

MÓDULO II

UNIDAD DIDÁCTICA 5. NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

1. Elementos minerales esenciales para las plantas
2. Origen de los nutrientes vegetales
3. Importancia de los macronutrientes primarios en las plantas
 - 3.1 Nitrógeno
 - 3.2 Fósforo
 - 3.3 Potasio
 - 3.4. Hierro
 - 3.5 Calcio
 - 3.6 Metales pesados

UNIDAD DIDÁCTICA 6. ORGANISMOS BENEFICIOSOS PARA LAS PLANTAS.

1. Importancia de los microorganismos del suelo.
2. Efectos de los microorganismos en el crecimiento de las plantas
 - 2.1 Efectos nutricionales
 - 2.1.1 Fijación de nitrógeno
 - 2.1.2 Absorción de minerales y de agua
 - 2.2 Efectos No Nutricionales
 - 2.2.1 Producción de reguladores del crecimiento de las plantas
 - 2.2.2 Producción de sustancias fitotóxicas
 - 2.2.3 Degradación de sustancias fitotóxicas
 - 2.2.4 Antagonismo contra microorganismos dañinos
 - 2.2.5 Antagonismo contra microorganismos benéficos
3. Conclusiones

UNIDAD DIDÁCTICA 7. EL SUELO: CARACTERÍSTICAS

1. Definición
 - 1.1 En el suelo encontramos las siguientes Fases o Componentes.
 - 1.2 El Complejo Arcillo- Húmico. Estructura del suelo
2. Clasificación de los suelos

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

UNIDAD DIDÁCTICA 8. LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

1. Introducción
2. La fertilización de los cultivos en agricultura ecológica.
 - 2.1 Estrategias de fertilización en Agricultura Ecológica
 - 2.2 La fertilización mineral en AE como complemento a la fertilización orgánica y al abonado en verde y a las leguminosas.
3. Los fertilizantes minerales aptos para la agricultura ecológica.

UNIDAD DIDÁCTICA 9. CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS

1. Medidas preventivas
 - 1.1 Rotación de cultivos
2. Actuación
 - 2.1. Métodos mecánicos
 - 2.1.1. Escarda manual
 - 2.1.2. Falsa siembra
 - 2.1.3. Siegas
 - 2.1.4. Laboreo
 - 2.2. Método térmico

UNIDAD DIDÁCTICA 10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

1. Introducción
2. Las plagas más comunes y sus enemigos naturales
 - 2.1 La mosca blanca y su depredador
 - 2.2 El trips y su depredador
 - 2.3 La araña roja
 - 2.4 El pulgón
 - 2.5 Orugas
 - 2.6 Minador de hoja

UNIDAD DIDÁCTICA 5. NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

Desde los albores de la agricultura se sabe que la productividad de las plantas está relacionada con las características del suelo en que se cultivan. Una correcta nutrición de las plantas con elementos minerales se refleja en elevados rendimientos y buena calidad de las cosechas. Indistintamente se usan dos términos para expresar los aportes de nutrientes en el suelo: fertilización y abonado.

Fertilización es el aporte de minerales realizado con fertilizantes químicos, cuyo efecto consiste en mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y abonado es el aporte de productos orgánicos que además de aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejora así mismo la textura, estructura y el contenido de materia orgánica del suelo.

1. Elementos minerales esenciales para las plantas

Las plantas obtienen los elementos esenciales de dos medios muy distintos: el aire y el suelo; por ello, el término nutriente vegetal se aplica específicamente a los elementos esenciales que la planta obtiene del suelo.

Los nutrientes vegetales esenciales para la planta se agrupan en dos categorías: macro y micronutrientes. Los micronutrientes son los nutrientes que se absorben en grandes cantidades y éstos a su vez se dividen en dos: macronutrientes primarios que son el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y, el secundario el Azufre, el Magnesio y el Calcio.

Los micronutrientes u oligoelementos son los que se absorben en cantidades menores y que desempeñan un papel fundamental para determinadas reacciones bioquímicas. Los micronutrientes vegetales más importantes son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el cobre (Cu), el zinc (Zn), el boro (B) y el molibdeno (Mo).

2. Origen de los nutrientes vegetales

Las plantas obtienen sus nutrientes - sobre todo nitrógeno, fósforo y potasio, pero también micronutrientes u oligoelementos - de siete fuentes principales:

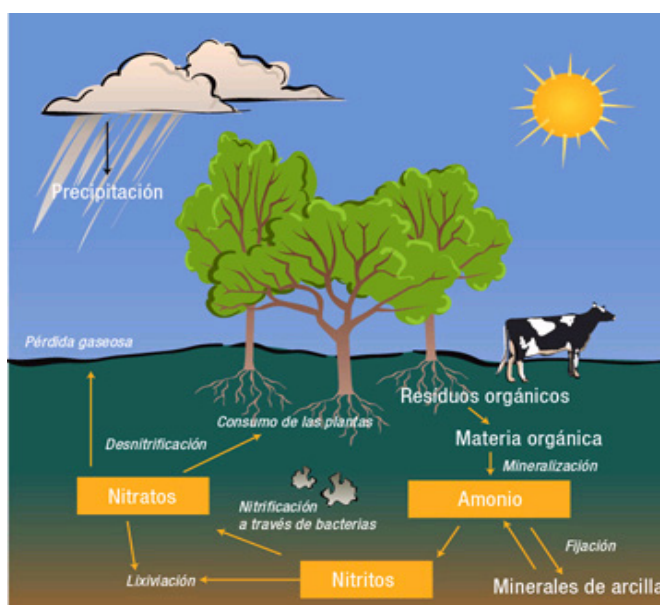
- **Las reservas naturales de los suelos**, en cantidades que dependen de la composición de los suelos y de la estación. Todos los años las plantas reciben apenas una reducida porción de esos nutrientes.

- **Los fertilizantes minerales**, fabricados en forma líquida o sólida, tienen un contenido de nutrientes vegetales más elevados y en menor volumen que las fuentes orgánicas de éstos.
- **Las fuentes orgánicas**, inclusive la harina de huesos y la sangre, el estiércol, la lama, los fertilizantes orgánicos y los fangos de las cañerías, pueden mejorar la retención de agua de los suelos y sus condiciones físicas.
- Algunos microorganismos promueven la **fijación biológica del nitrógeno**, al ser capaz de convertir el nitrógeno del aire en amoníaco de donde derivan nitrógeno.
- **Depósitos del aire**, inclusive los nitratos de la lluvia, el amoníaco en gas o disuelto en la lluvia, el azufre de la lluvia ácida, las sales y el cloro del rocío
- **El agua del riego, de las inundaciones y la subterránea** proporcionan elementos nutritivos, ya sea de manera natural o por los fertilizantes incorporados al agua de riego.

3. Importancia de los macronutrientes primarios en las plantas

3.1 Nitrógeno

El nitrógeno es el elemento químico más importante. El nitrógeno en las plantas hace que la planta se desarrolle bien y que tenga un intenso color verde en sus hojas, constituyente de la clorofila. Los cultivos bien fertilizados con nitrógeno tienen rendimientos mayores.



Fijación del nitrógeno

Copyright Inated S.L., 2.007 Todos los derechos reservados.

No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de Inated. Queda expresa y terminantemente prohibida su comercialización.

Proceso de reducción del N_2 atmosférico, no asimilable, a NH_4^+ asimilable por las plantas y, a través de ellas, por toda la cadena trófica.

La fijación de nitrógeno se produce únicamente por bacterias en condiciones anaerobias y requiere el consumo de una gran cantidad de energía.

La fijación de nitrógeno supone unos 2×10^8 Tm al año (unas 8 veces la producción anual de abonos nitrogenados).

- Amonificación

Consiste en la liberación del NH_4^+ de las moléculas inorgánicas. Es un proceso microbiano producido por microorganismos ureolíticos y por especies que posean desaminasas.

- Nitrificación

Proceso en el que ciertos quimiolitotrofos utilizan la energía liberada en la oxidación del NH_4^+ para sus reacciones metabólicas. Este proceso es muy poco eficiente, por lo que es necesaria la oxidación de una gran cantidad de sustrato para que pueda producirse un crecimiento apreciable de este tipo de microorganismos. Por otra parte, el proceso es obligadamente aerobio.

-La nitrificación produce un cambio notable en el estado de oxidación del nitrógeno fijado al pasar de forma catiónica (NH_4^+) a aniónica (NO_3^-). En suelos arcillosos de gran carga negativa, el NH_4^+ queda retenido con más facilidad, mientras que el NO_3^- no se retiene y pasa a aguas subterráneas con lo que sale del sistema. Un efecto colateral negativo de la nitrificación es que los nitratos son tóxicos para animales ya que pueden dar lugar, entre otros efectos indeseables, a la producción de nitrosaminas y de otros agentes cancerígenos. En ciertas ocasiones, se han utilizado inhibidores de la nitrificación para reducir estos efectos en el suelo.

- Desnitrificación

Se produce por la actividad de microorganismos que, en condiciones de anaerobiosis, son capaces de utilizar NO_3^- y NO_2^- como aceptores finales de electrones en procesos de respiración anaerobia. Los productos finales son diferentes estados de oxidación del nitrógeno (NO , N_2O , N_2) dependiendo de la disponibilidad de materia orgánica, de la concentración de nitratos y del pH del suelo.

Este proceso cierra el ciclo del nitrógeno: es una reducción desasimiladora.

Funciones del nitrógeno en la planta:

Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento

Componente de proteínas y otras sustancias proteicas

Forma parte de compuestos que permiten que las plantas realicen sus funciones biológicas

Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética

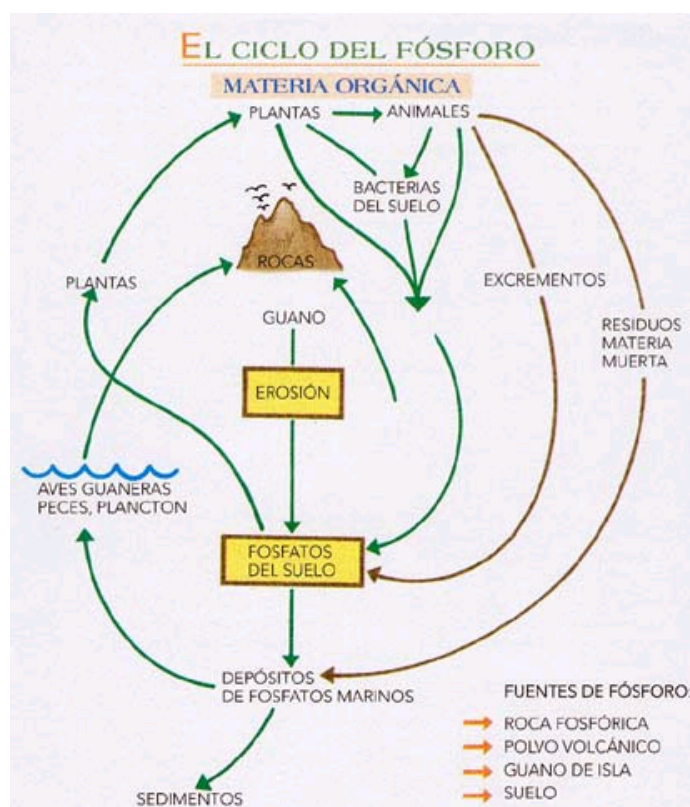
Alarga las fases del ciclo de cultivo

La deficiencia de nitrógeno en los suelos produce los siguientes síntomas en la planta:

- Hojas pálidas, formando coloraciones verde-amarillentas
- La floración queda muy restringida con notable reflejo en el fructificación
- Las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos
- El crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse
- Los vegetales ahíjan poco y deficientemente
- Se adelanta la floración y la maduración

3.2 Fósforo

El fósforo es, como el nitrógeno, un importante nutriente de las plantas, pues forma parte estructural de compuesto fundamental para su fisiología y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta, sin su intervención no sería posible la fotosíntesis.



El ciclo del fósforo se reduce a los siguientes procesos:

El fósforo se encuentra en la naturaleza en forma de compuestos de

calcio (apatita), fierro, manganeso y aluminio conocidos como fosfatos, que son poco solubles en el agua. En los buenos suelos agrícolas el fósforo está disponible en forma de iones de fosfato (P2 O5).

Las plantas absorben los iones de fosfato y los integran a su estructura en diversos compuestos. Sin fósforo las plantas no logran desarrollarse adecuadamente.

Los animales herbívoros toman los compuestos de fósforo de las plantas y los absorben mediante el proceso de la digestión, y los integran a su organismo, donde juegan un rol decisivo en el metabolismo.

Los carnívoros toman el fósforo de la materia viva que consumen y lo integran a su estructura orgánica

Una correcta nutrición fosforada tiene efectos muy positivos en el buen desarrollo radicular y mejora la resistencia a plagas y enfermedades. La deficiencia de fósforo afecta al metabolismo vegetal, la deficiencia de fósforo se manifiesta en las hojas por coloraciones rojizas.

Funciones del fósforo en las plantas:

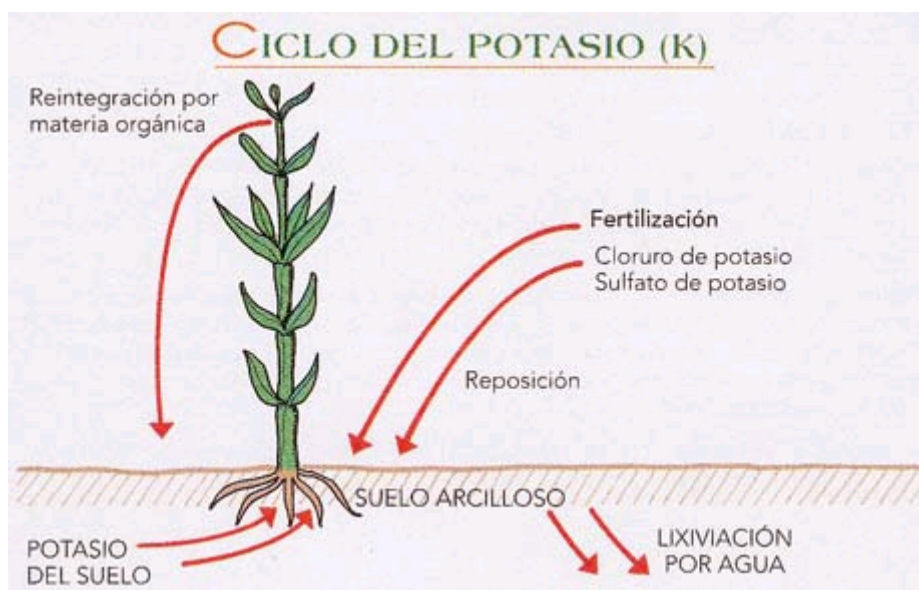
- Favorece el desarrollo de las raíces al comienzo de la vegetación.
- Favorece el ahijamiento en los cereales, hace que sus cañas sean más resistentes al encamado y forma mayor número de espigas. Imprescindible para la fotosíntesis.
- Se activa la flora microbiana de los suelos y, con ello, la descomposición de la materia orgánica y fijación del nitrógeno atmosférico.

La deficiencia de fósforo en los suelos produce los siguientes síntomas en la planta:

- Coloraciones moradas
- Floración tardía y deficiente
- Fallos en la fecundación y cuajado
- Retraso en la maduración Escaso vigor

3.3 Potasio

El potasio es uno de los nutrientes que en mayores cantidades requieren las plantas, que incluso pueden llegar a consumirlo en exceso sin que se traduzca en mayores rendimientos.



El ciclo del potasio consiste en los siguientes pasos:

- El potasio se encuentra en forma natural en el suelo, especialmente en los suelos ricos en arcillas, que contienen hasta un 3%. En los suelos pantanosos y los pobres en arcilla el contenido de compuestos de potasio es menor y puede ser deficitario, originando problemas en los cultivos.

- Los compuestos de potasio del suelo son lavados (lixiviados) con facilidad en las zonas de altas precipitaciones y, en consecuencia, deben ser restituidos a los campos por fertilización, añadiendo cloruro de potasio o sulfato de potasio. Ciertos cultivos (alfalfa, zanahorias, pepinos y coles) son muy exigentes en potasio y no prosperan en suelos pobres en dicho elemento.

Se consideran cultivos muy exigentes en potasio aquellos que acumulan hidratos de carbono en órganos de reserva.

La deficiencia se manifiesta al principio en una cierta clorosis en las hojas adultas, en cambio, un abundante suministro de potasio facilita el mayor crecimiento y vigor de la planta.

La deficiencia de potasio en las plantas se detecta porque éstas tienen apariencia decaída o marchita, ya que la falta de potasio favorece la pérdida de agua en las células.

Funciones del potasio en la planta:

- Aumenta el peso de los granos y frutos, haciendo a éstos más azucarados y de mejor conservación.
- Estimula la formación de flores y frutos. Regula las funciones de la planta.
- Aumenta la eficiencia del nitrógeno.

- Aumenta la resistencia a las heladas al aumentar la concentración salina de las células.
- Los síntomas más generales de déficit de potasio en las plantas son:
- Hojas con tonalidad verde azulada, márgenes resecaos y manchas pardas.
- Menor resistencia a las heladas y a la sequía. Menor resistencia al ataque de hongos
- Menor calidad de granos

3.4. Hierro

El ciclo de este elemento está asociado a la conversión entre sus formas Fe^{2+} más solubles que las Fe^{3+} . Los microorganismos que oxidan hierro (quimiolitotrofos) producen cambios en la accesibilización del elemento a otros miembros del ecosistema.

3.5 Calcio

El ciclo biogeoquímico del calcio consiste en variaciones de su solubilidad debido a la formación de compuestos carbonatados más ($\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$) o menos (CaCO_3) como consecuencia de la liberación por microorganismos de ácidos orgánicos que desplacen el equilibrio entre ambas formas.

3.6 Metales pesados

Los microorganismos pueden cambiar el estado de oxidación o de modificación (mutación, por ejemplo) de metales pesados de manera que aumenten o disminuyan su toxicidad o su adsorción a las membranas y estructuras biológicas, lo que influye determinantemente en su acumulación a lo largo de la cadena trófica.

UNIDAD DIDÁCTICA 6. ORGANISMOS BENEFICIOSOS PARA LAS PLANTAS.

1. Importancia de los microorganismos del suelo.

En general, se puede decir que el funcionamiento de un ecosistema edáfico depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, dado que los microorganismos protagonizan diversas acciones que producen beneficios para las plantas a las que se asocian. Entre otras acciones, los microorganismos beneficiosos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas que favorecen el enraizamiento, protegen a la planta frente a patógenos, descomponen sustancias tóxicas y mejoran la estructura del suelo.

Los microorganismos del suelo, son los componentes más importantes de éste. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de tierra, encontramos millones de microorganismos beneficiosos para los cultivos.

En desinfecciones severas, como las que se realizan en cultivos bajo plástico, anulamos muchos de estos microorganismos, que estaban de forma natural en el suelo. En cierta medida, esta idea va paralela a la actual medicina en el hombre; ¿es bueno tomar un medicamento que nos anule aquellos microorganismos perjudiciales, pero... a la vez, elimine también aquellos que nos son beneficiosos?.

Estos microorganismos beneficiosos que se encuentran en el suelo, son bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Un suelo fértil es aquel que contiene una reserva adecuada de elementos nutritivos disponibles para la planta, o una población microbiana que libere nutrientes que permitan un buen desarrollo vegetal.

Cuando se quema un bosque, observamos la importancia de todo lo que estamos diciendo, ya que muere toda la plantación, pero muere también el suelo de esta, por lo que tardará mucho tiempo en recuperarse.

En la agricultura tradicional, se alternaban las líneas de cultivo en el suelo, o bien se dejaba descansar la tierra durante un tiempo. Actualmente, en la agricultura intensiva, el suelo apenas está sin cultivo, y se planta siempre en la misma línea de terreno, por lo degradamos el suelo rápidamente.

Por todas estas razones, se está empleado lo que se denomina "Biofertilización", que consiste en aumentar el número de microorganismos de un suelo, para de esta forma, acelerar todos los procesos microbianos, aumentar la cantidad de nutrientes asimilables por la planta, etc..

Una biofertilización correcta, ayuda a una fertilización tradicional, reduciendo el uso de energía de la planta a la hora de absorber los distintos

nutrientes, disminuye la degradación del agroecosistema y reduce la pérdida de nutrientes del suelo por lixiviados, sobre todo de nitrógeno.

Pero estos microorganismos actúan a la vez como agentes de control biológico, con lo que reducimos aquellos microorganismos indeseables en el suelo y favorecemos los organismos útiles para los cultivos, con lo que aumentamos la producción de la planta.

En la medida de lo posible, los sistemas de agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la productividad del suelo y su estructura (fertilidad de la tierra), mediante la utilización óptima de los recursos naturales, con aportación de nutrientes y control de insectos, malas hierbas y otras plagas, a partir de la rotación de cultivos, los residuos de los cultivos, cultivos intercalados de leguminosas, los abonos animales y abonos verdes y determinados aspectos de control biológico de plagas. Todo ello procurando un desarrollo agrario perdurable.

2. Efectos de los microorganismos en el crecimiento de las plantas

2.1 Efectos nutricionales

2.1.1 Fijación de nitrógeno

Microorganismos simbióticos fijadores de nitrógeno.

Estas bacterias, referidas como rizobios, forman nódulos fijadores de nitrógeno en las leguminosas, así como en las especies de Parasponia; estas pertenecen a 3 géneros:

Rhizobium: son bacterias de crecimiento rápido; nodulan en muchas especies tropicales (por ejemplo, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandiflora*, etc.).

Bradyrhizobium: estas bacterias son de crecimiento lento y forman el grupo del caupí; nodulan en muchas leguminosas tropicales (por ejemplo, *Acacia mangium*, *Gliricidia sepium*).

Azorhizobium: estas bacterias, en contraste con Rhizobium y Bradyrhizobium, pueden fijar nitrógeno en estado libre; la única especie conocida es *Azorhizobium caulinodans*, que fue originalmente aislada de los nódulos del tallo de *Sesbania rostrata* y sólo es efectiva en esta planta.

Cerca de 200 especies de plantas conocidas como actinorrizales, que comprenden 19 géneros y 8 familias, nodulan con un actinomiceto fijador de nitrógeno del género Frankia. Las principales especies tropicales conocidas como actinorrizales pertenecen a los géneros Casuarina, Allocasuarina, Gymnostoma

y Alnus.

La cantidad de nitrógeno fijado anualmente por los sistemas simbióticos (de unos pocos hasta 300 kg/ha) depende de la planta hospedera, del microorganismo simbiótico y de las condiciones ambientales.

Microorganismos no simbióticos fijadores de nitrógeno.

Las bacterias tienen distintas preferencias en cuanto a su hábitat: Las bacterias fijadoras de nitrógeno de la rizosfera (también llamadas rizobacterias asociativas fijadoras de nitrógeno) han sido estudiadas en forma extensa desde 1970. Entre las más conocidas se tiene: *Azospirillum lipoferum*, *A. brasilense*, *A. amazonense* y *Azotobacter paspali*. Otras dos especies han sido descubiertas recientemente, *Herbaspirillum seropedicae* y *Saccharobacter nitrocaptans*. Generalmente, estas bacterias contribuyen con muy poco nitrógeno a los ecosistemas (unos pocos kg/ha). Sin embargo, cuando algunos de ellos están asociados con hospederos específicos (caña de azúcar o *Panicum sp.*), la fijación de nitrógeno puede ser altamente significativa.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno libre, que crecen en residuos de plantas degradables, como paja, pueden fijar suficiente nitrógeno como para mejorar la fertilidad del suelo. Un ejemplo de este grupo es *Azotobacter chroococcum*.

2.1.2 Absorción de minerales y de agua

Los microorganismos del suelo no patógenos pueden impedir o mejorar la nutrición mineral de las plantas. Un ejemplo clásico del efecto negativo es la deficiencia de N que ocurre cuando una cantidad de paja grande es aplicada al suelo, causando la inmovilización del nitrógeno disponible por los microorganismos. Otro ejemplo conocido son las bacterias desnitrificadoras, que puede causar pérdidas de nitrógeno en el campo.

Algunas bacterias y hongos del suelo (especialmente los hongos que forman micorrizas) pueden mejorar la nutrición y la absorción de agua por las plantas. En la rizósfera de la planta, el rol de las bacterias solubilizadoras de fósforo, en términos de disponibilidad de este elemento, es todavía incierto. La solubilidad de P puede ocurrir en el suelo sólo cuando un substrato específico está presente, como con el azufre elemental y la bacteria *Thiobacilli sp.*

Las bacterias parecen promover la absorción de manganeso produciendo un tipo de agente quelatante, mejorando el desarrollo de la raíz. Se piensa que *Azospirillum* aumenta la absorción de

minerales y de agua del suelo. Los hongos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) no solubilizan el fósforo del suelo pero pueden aumentar la absorción del P disponible explorando un volumen de suelo más grande que la raíz misma.

Las plantas con micorrizas son resistentes a la sequía probablemente debido al mayor transporte de agua a las raíces que facilita el transplante de plantones en el campo.

2.2 Efectos No Nutricionales

2.2.1 Producción de reguladores del crecimiento de las plantas

Bacterias no simbióticas fijadoras de N de la rizosfera.

Tal como antes se mencionó, las rizobacterias fijadoras de N libre, como *Azospirillum*, no contribuyen a la nutrición nitrogenada de la planta, pero algunos estudios indican que inoculando a los cereales con estas bacterias, beneficiaron a las plantas. Este aumento de rendimiento es atribuido a los efectos hormonales resultantes de un mejor desarrollo radicular (de ahí, una tasa mejorada de absorción de minerales y de agua) y en menor grado, a la fijación de N.

Bacterias simbióticas fijadoras de N.

Los nódulos de las plantas leguminosas y actinorrizales contienen alta concentración de tres grupos mayores de sustancias promotoras de crecimiento. Se demostró que los rizobios producen ácido indol-acético y citoquininas, que pueden estar involucradas en la inducción de nódulos en las leguminosas.

Producción de fitohormonas por los hongos formadores de ectomicorrizas.

Se han producido en condiciones de laboratorio, auxinas, citoquininas, etileno y otros metabolitos intermediarios a partir de estos hongos, pero su significado en los cambios anatómicos y morfológicos de las raíces y generalmente en el crecimiento de la planta hospedera es todavía poco entendido. La producción de auxina, se piensa que depende, durante la infección inicial (en oposición al esparcimiento de las hifas de otras raíces), a la masa del hongo y a la disponibilidad de los precursores. Estos deben ser estimados antes que los efectos de la auxina puedan ser confirmados. Hipótesis posteriores acerca de la iniciación y desarrollo de las raíces micorrícicas deberán tomar en cuenta una amplia variedad de factores y condiciones endógenas y exógenas.

Otros microorganismos de la rizosfera. Muchos otros microorganismos de la rizósfera pueden producir fitohormonas,

pero el grado de extensión al que ellos pueden influenciar el crecimiento de la planta y a la colonización o infección de la raíz por los organismos simbióticos, no es conocido.

2.2.2 Producción de sustancias fitotóxicas

- Ácidos orgánicos.

Cuando los suelos se vuelven anaeróbicos se forman ácidos alifáticos (acético, butírico y propiónico) como resultado de la fermentación de la materia orgánica. Los compuestos alifáticos son más fitotóxicos a bajo pH porque ellos son lipofílicos y solubles en los componentes lípidos de la membrana de las raíces. Compuestos aromáticos, que son tan tóxicos como los alifáticos, pueden también formarse, pero no se ha demostrado que alcancen niveles de concentración fitotóxica en el suelo.

- Antibióticos.

Los antibióticos pueden estimular el crecimiento de la planta, ya sea directamente o neutralizando a los patógenos, pero algunos como actidione, azaserina, ácido alternárico y polimixina (5 ug/ml o menos) son inhibidores específicos en el laboratorio. El significado ecológico de los antibióticos en el suelo, todavía no ha sido establecido. Una posible excepción a esto se encuentra donde existe abundante sustrato (por ejemplo, hojarasca y otros residuos de plantas como mulches) ocurriendo una producción localizada de antibióticos.

- Ácido sulfhídrico.

El sulfato es reducido a ácido sulfhídrico por bacteria anaeróbicas obligatorias de los géneros Desulfovibrio, Desulfotomaculum, Desulfomonas y Desulforomonas. Este proceso ocurre en situaciones donde la compactación del suelo y la inundación con aguas que contienen sulfatos, restringen la difusión de oxígeno y proveen del sulfato adecuado como un electrón terminal aceptante para las bacterias anaeróbicas. Cuando las concentraciones del sulfhídrico exceden a 0,1 ug/ml de agua, inhiben la respiración y envenena a la enzima citocroma oxidasa en las raíces de las plantas. El ácido sulfhídrico ha sido reportado en la rizósfera de algunos frejoles creciendo en suelos salinos en Túnez y en cítricos así como en arroz en Senegal.

2.2.3 Degradación de sustancias fitotóxicas

Una sustancia fitotóxica es cualquier metabolito (primario o secundario) cuando se acumula en el suelo se hace tóxico. Las fitotoxinas en el suelo se originan de la liberación de compuestos sintetizados por las plantas o de la degradación (a través de la actividad microbiana de las enzimas de las plantas) de residuos de plantas.

Algunas plantas afectan a otras plantas, aún a individuos de la misma especie y a organismos benéficos (tales como a los hongos micorrícicos) a través de la producción de compuestos químicos (aleloquímicos) que son liberados en el ambiente. Esta interacción bioquímica dañina entre plantas (conocida como alelopatía) ha sido ampliamente estudiada. Los microorganismos del suelo degradan estas sustancias restaurando, el normal crecimiento de las plantas.

La enfermedad del suelo en sorgo en los trópicos semi-áridos viene de la acumulación de compuestos fitotóxicos producidos por cultivos previos de sorgo. Este fenómeno alelopático puede ser contrarrestado aplicando abono de granja que estimula la actividad microbiana, lo que conlleva a la descomposición de los aleloquímicos. Las aplicaciones fuertes de fertilizantes químicos, son inefectivas. Inoculando la rizósfera del sorgo con *Trichoderma viride* detoxifica el suelo. Algunos investigadores han demostrado que la fitotoxicidad del suelo originada por diferentes causas podría ser eliminada por diversos de hongos y bacterias.

2.2.4 Antagonismo contra microorganismos dañinos

- Bacterias productoras de sideróforos.

La disponibilidad de hierro para los microorganismos y para las plantas disminuye en forma aguda. Cuando el pH excede a 6,0; los microorganismos compiten por Fe a través de los sideróforos que producen. Estos son pequeñas proteínas que tienen una alta afinidad para enlazar el Fe^{+3} . La competencia por Fe probablemente depende, por ejemplo, de las diferencias en la producción de sideróforos y de la afinidad de estos por Fe y en la especificidad de sus proteínas receptoras para sus propios sideróforos. Líneas específicas del grupo *Pseudomonas fluorescens* putida colonizan a las raíces de plantas (papa, rabanito ...) aumentando el rendimiento estadísticamente significativos en ensayos de campo. Estas bacterias, que caen en la categoría de microorganismos beneficiosos conocidas como "rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas" junto con las bacterias fijadoras de N de la rizosfera, mejoran el crecimiento de las plantas indirectamente compitiendo por Fe, disminuyendo el suministro de Fe de la microflora nativa, especialmente de microorganismos patógenos.

- Bacterias productoras de antibióticos.

Las agallas de la corona, que es una enfermedad en los árboles frutales, es causada por *Agrobacterium radiobacter* var. *Tumefaciens*. Algunas líneas de esta bacteria son no patogénicas; un ejemplo es el *agrobacterium* 84, que produce un antibiótico

(agrocín 84) usado en control biológico. Para que haya efectividad, el índice del patógeno al no patógeno debe de ser menos que 1.

- Hongos micorrícicos.

Estos hongos pueden aumentar la resistencia a enfermedades simplemente mejorando el vigor de la planta huésped. También repelen patógenos en la zona de la raíz compitiendo exitosamente por los nutrientes o produciendo sustancias antibióticas solubles o aún volátiles. Además, la envoltura que forman las ectomicorrizas representan una barrera física para los patógenos. Existe evidencia de que los hongos que forman ectomicorrizas pueden jugar un rol protector para enfermedades económicamente importantes en pinos y eucaliptos.

2.2.5 Antagonismo contra microorganismos benéficos

Los organismos benéficos, especialmente los simbióticos, pueden ser inhibidos por competencia con microorganismos antagonistas. Se encontró que culturas mixtas de *Azospirillum* y *Rhizobium trifolii* inhibieron la nodulación en plantas de trébol. También se observó que la aplicación de *Azospirillum* a un inoculante de *Bradyrhizobium* tuvo un efecto adverso en la nodulación de maní.

Experimentos en Brasil, reportó que la nodulación en soya fracasó cuando el cultivo se estableció en suelos previamente, sembrados con papas, debido a la ocurrencia de residuos de papa en la fase de autólisis en dichos suelos, desarrollándose *Bacillus polymyxa* bajo condiciones favorables, antagonizando entonces a *Bradyrhizobium japonicum* contenido en el inóculo.

En el caso de la simbiosis *Frankia/Casuarina*, cuando se añade *Azorhizobium caulinodans* al inóculo de *Frankia*, el peso seco de la planta y su diámetro basal son reducidos. Añadiendo *Bradyrhizobium japonicum*, el número de nódulos aumentó significativamente, pero sin efectos en los otros parámetros.

3. Conclusiones

- La interacción positiva entre las plantas y los microorganismos de la rizósfera pueden mejorar la nutrición de las plantas (aumentando la fijación de nitrógeno), pueden aumentar la tolerancia de las plantas a limitaciones ambientales y controlar biológicamente a los patógenos, reduciendo la necesidad de fertilizantes y pesticidas.
- Deben ser evaluadas situaciones que afectan las propiedades físicas y químicas del suelo, tales como la pérdida del suelo superficial, sequías,

uso excesivo de insumos químicos, etc., en cuanto a sus efectos sobre las poblaciones microbianas.

- En general, la utilización práctica de algunos microorganismos, como bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos formadores de micorrizas ya no puede ser ignorada en los planes de establecimiento de sistemas agrarios.

UNIDAD DIDÁCTICA 7. EL SUELO: CARACTERÍSTICAS

1. Definición

El suelo es la capa más superficial de la tierra, formada por materias minerales y orgánicas, debida a la acción conjunta de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen que ver con la alteración geológica continuada de la roca original (roca madre), la combinación de agentes atmosféricos como el viento o el agua, la presencia de seres vivos (plantas y animales y microorganismos) y la descomposición de éstos por otros organismos, que producirá un enriquecimiento en materia orgánica.

Por lo tanto, los factores que influyen en la formación de un determinado suelo son la composición de la roca madre, la climatología, la topografía, la circulación del agua y el factor biótico (animales, plantas y microorganismos).

El suelo es el soporte de la mayor parte de la vida en las zonas emergidas del planeta ya que constituye el medio en el que se desarrollan las raíces de las plantas, encontrando en él soporte y extrayendo el agua y los elementos nutritivos que necesitan para sobrevivir, junto con la energía del sol obtenida a través de la fotosíntesis.

1.1 En el suelo encontramos las siguientes Fases o Componentes.

- **La Fase Sólida**, constituida por

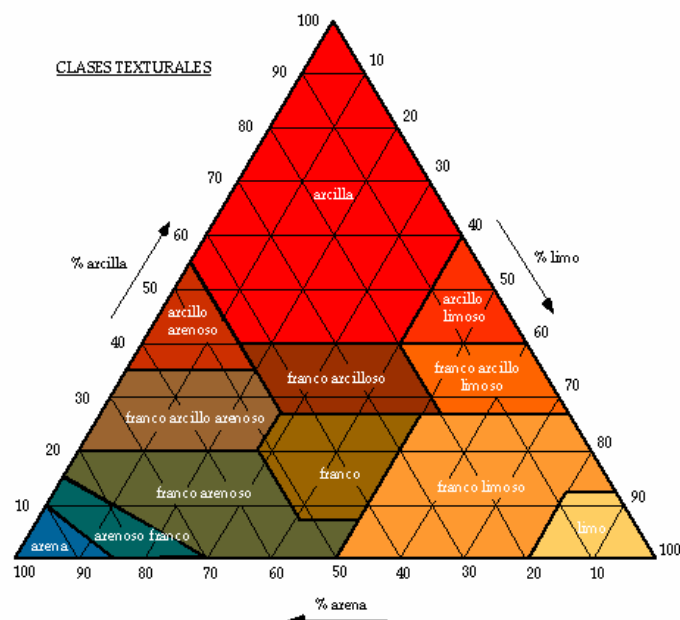
La Fracción Mineral, integrada por partículas de tamaño, forma y composición muy variados, provenientes de la degradación de la roca madre. Según su tamaño, dentro de estas partículas se diferencian los elementos gruesos (piedras, gravas) y los elementos finos, que se clasifica en arenas (partículas comprendidas entre 2 y 0,02 milímetros); limos (aquellas comprendidas entre 0,02 y 0,002 milímetros) y arcillas (partículas de menor tamaño).

Cuando se habla de la **textura** de un suelo nos referimos a la proporción relativa entre estos tres tipos de elementos finos. Este es uno de los aspectos fundamentales a considerar para caracterizar un suelo.

SE usa para representar la composición granulométrica del suelo. Cada término textura corresponde a una determinada composición cuantitativa de arena, limo y arcilla.

- Arena gruesa: 2-0,2 mm.
- Arena fina: 0,2-0,02 mm.
- Limo: 0,02-0,002 mm.
- Arcilla: < 0,002 mm.

Los términos texturales se definen de una manera gráfica en un diagrama triangular que representa los valores de las tres fracciones.



Las características de los suelos en función de la clase textura a la que pertenezcan son:

- **Suelos arenosos:**
 - Tendencia a secarse
 - Baja fertilidad
 - No almacena nutrientes
 - Alta porosidad
 - Rápida precolación
 - Necesita frecuentes aportes de nutrientes
- **Suelos francos:**
 - Suelos equilibrados
 - Pérdidas por lavado muy reducidas
 - Son los suelos más fértiles
- **Suelos arcillosos:**
 - Alta capacidad de retención de agua
 - Almacena nutrientes
 - Evita las pérdidas por lavado
 - Carece de porosidad
 - Problemas de aireación
 - Problemas de apelmazamiento
 - Problema de costras

- Problema de drenaje y laboreo

- La Fracción Orgánica

Constituida por raíces, hojarasca, restos de vegetales y animales en distintos estados de descomposición, organismos vivos como pequeños animales, microflora, microfauna, bacterias y hongos, y fundamentalmente humus, que es la materia orgánica transformada.

Al mismo tiempo podemos establecer otra clasificación de la fase sólida del suelo según:

- **Fracción coloidal o activa:** Comprende elementos menores de 0,002 mm. y puede ser:

- Orgánica: Humus

- Inorgánica: Filosilicatos, óxidos de hierro y de aluminio.

- **Fracción no coloidal o inactiva:** Engloba elementos mayores de 0,002 mm., pudiendo ser:

- Orgánica: Materia orgánica sin descomponer como hojas de plantas, etc.

- Inorgánica: Grava, arena, etc.

A) Fase líquida

Está constituida por el agua que rellena los huecos entre las partículas sólidas y que lleva disueltos distintos elementos químicos.

El contenido de esta solución es primordial para las plantas ya que a través de ese líquido es como éstas asimilan los nutrientes minerales que necesitan.

B) Fase gaseosa

La integra el aire, que se difunde en el suelo desde la atmósfera, a través de los huecos entre partículas que no son ocupados por la fase líquida, y así como otros gases producidos en el propio suelo.

El oxígeno del aire es vital para un correcto crecimiento de las plantas ya que las raíces lo absorben y lo utilizan en sus procesos metabólicos, al igual que los microorganismos que realizan la descomposición de la materia orgánica y ponen a disposición de las plantas los nutrientes contenidos en ésta.

1.2 El Complejo Arcillo- Húmico. Estructura del suelo

Las partículas de materia orgánica transformada del suelo (humus), junto a algunos compuestos minerales del suelo como las partículas de arcilla y los hidróxidos reaccionan químicamente entre sí constituyendo el llamado **complejo arcillo- húmico** de los suelos.

Las propiedades de este complejo son de gran importancia para la fertilidad de un suelo y la capacidad de éste para permitir un buen crecimiento de los cultivos.

En efecto, en primer lugar, el complejo arcillo- húmico actúa como cemento que une las diferentes partículas de arena y limo del suelo formando los denominados agregados del suelo, elementos de mayor tamaño que tienen cierta estabilidad frente a acciones físico-químicas o mecánicas moderadas.

La organización de estos agregados se conoce como **estructura del suelo**.

Un suelo con una buena estructura permite la necesaria circulación del agua y el aire en la capa del explorada por las raíces.

La estructura de un suelo se refiere a la agregación de partículas primarias (arena, limo, etc.) en partículas compuestas.

Las partículas del suelo no se encuentran aisladas, sino que forman unos agregados estructurales que se llaman peds, estos agregados (o terrones) por repetición dan el suelo.

En el proceso de agregación intervienen la materia orgánica, actividad de microorganismos, arcillas minerales y las sustancias coloidales, los cuales definen a la vez factores como la disponibilidad de aire y facilidad de desarrollo radicular.

La posibilidad de modificar un suelo debe encajarse en un contexto económico, de forma que:

- Los suelos ligeros deben ser tratados con materia orgánica muy descompuesta (estiércol)
- En los suelos pesados se aplicará materia orgánica poco descompuesta (estiércol poco hecho)
- En suelos medios muy productivos pueden aplicarse acondicionadores sintéticos.

Por otra parte, el complejo arcillo _ húmico retiene también, mediante enlaces químicos, los elementos minerales que las plantas necesitan para su crecimiento, de forma que puedan ser tomados cuando éstas los necesiten, evitándose que sean arrastrados por el agua hacia zonas más profundas (arrastré que se denomina **lixiviación**).

Por último, otra función de gran importancia del complejo arcillo es la de retención del agua del suelo, actuando como una esponja, de manera que ésta queda a disposición de las raíces de las plantas.

De todo lo anterior se deriva la gran importancia de la materia orgánica para el mantenimiento de una correcta estructura del suelo, de una adecuada fertilidad del mismo y de su capacidad de retención de agua disponible para las plantas.

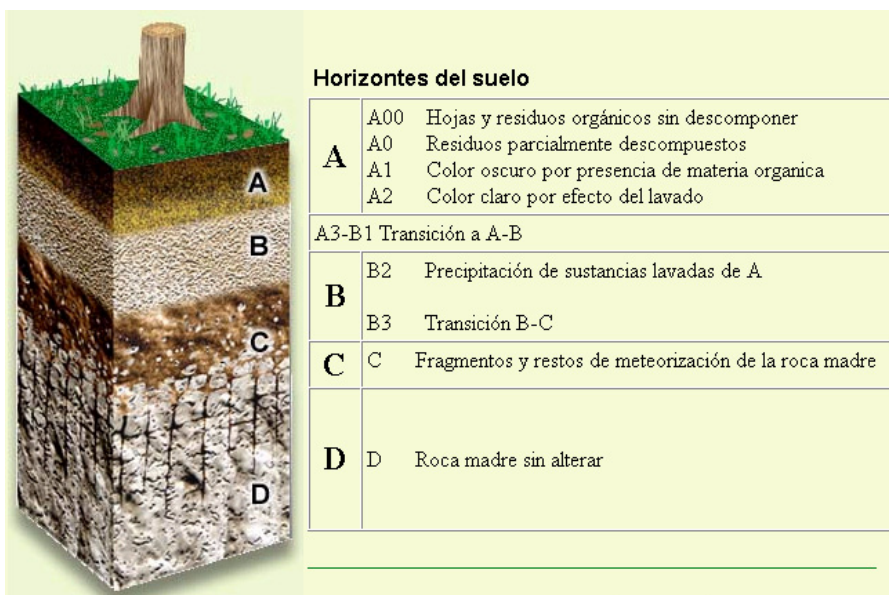
2. Clasificación de los suelos

La acción conjunta de los **factores edáficos** que condicionan la formación y evolución del suelo conduce al desarrollo de diferentes perfiles o tipos de suelos.

La clasificación de los mismos puede basarse en criterios diversos. Entre otros, podemos citar:

- características intrínsecas del suelo, dependientes de los procesos genéticos que los desarrollan.
- propiedades del suelo como permeabilidad, salinidad, composición,... y que se relacionan estrechamente con los factores edáficos de formación.
- según su aptitud para diferentes usos, fundamentalmente agrícola.

Perfiles del suelo



Es frecuente realizar una primera agrupación en función del factor o factores predominantes en su desarrollo. Así, se distingue entre:

- **Suelos azonales:** corresponden a suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogénicos durante el tiempo suficiente (aclimáticos.), en los que los caracteres predominantes son los debidos al tipo de roca madre. Son los presentes por ejemplo sobre sedimentos recientes (alóctonos), desiertos, suelos helados. Escaso o nulo desarrollo y diferenciación de horizontes.
- **Suelos intrazonales:** son los desarrollados bajo condiciones en que predominan los factores edafogénicos pasivos, como roca madre, pendiente, acción humana,... Son suelos aclimáticos, ya que el factor clima no es determinante en su formación, y (**climáticos**)

- **Suelos zonales:** desarrollados bajo la acción de los factores *activos* de formación del suelo, en especial el clima, durante el tiempo suficiente. Son, por tanto, climáticos. y climáticos. Se trata de suelos maduros y bien evolucionados.

Existen numerosos sistemas de clasificación, entre los que hay que destacar:

Thorp, Baldwin y Kellog (1938,1949). Distingue tres órdenes: suelos zonales, intrazonales y azonales, y, en cada uno de ellos, subórdenes y grupos. En esta clasificación se basan las más utilizadas tradicionalmente, como la tabla, muy resumida siguiente:

TIPOS DE SUELOS

TIPO DE SUELO		Características
AZONALES Inmaduros o brutos. Horizontes mal desarrollados	LITOSUELOS	Delgados. Influidos por el tipo de roca madre debido a poca evolución temporal o desarrollo en grandes pendientes
	REGOSOLES	Sobre depósitos muy recientes: aluviones, arenas, dunas.
INTERZONALES Poco evolucionados. Condicionados por roca madre y mal drenaje	RANKER	Sobre rocas silíceas (granitos, gneises). Propio de climas fríos de montaña y fuerte pendiente. Suelo ácido pobre en carbonatos. Sin horizonte B

	RENDINA		Sobre rocas calizas en climas diversos. Poco espesor. Sin horizonte B. Es el equivalente al anterior en terrenos calcáreos.	
	SALINOS		Ricos en sales. Climas secos. Escasa vegetación (halófitas). Pobre en humus.	
	GLEY		Zonas pantanosas. Horizontes inferiores encharcados en los que se acumula Fe que le da color "gris azulado"	
	TURBERAS		Terreno encharcado con abundante vegetación y exceso de materia orgánica. Suelo ácido.	
ZONALES Suelos condicionados por el clima, que ha actuado largo tiempo. Son suelos maduros, muy evolucionados.	Alta lat.		TUNDRA	Vegetación escasa. Evolución lenta limitada al período estival.
	Latitudes medias	Clima frío	PODSOL	Tierras grises o de cenizas. Asociados a bosques de coníferas (taiga). Rico en humus bruto. Suelo ácido y arenoso

		Climas templados	TIERRA PARDA DE BOSQUE	En bosques de caducifolios. Rico en humus. Horizonte B poco desarrollado.
			MEDITERRÁNEOS	Veranos secos. Asociados a bosques de encinas y arbustos. Pobres en humus y arcillosos por descalcificación de calizas. Destacan los suelos rojos mediterráneos o terra rossa.
			CHERNOZIOM	Tierras negras de estepa. Climas continentales. Horizonte A muy desarrollado y rico en humus y óxidos de Fe. Suelos muy fértiles.
			DESÉRTICOS	Poca materia orgánica, por lo que tienen un color claro. Presentan concreciones de carbonatos precipitados a partir de aguas capilares o caliches.

	Latitud intertropical	LATERITAS	Clima ecuatorial, cálido y muy lluvioso. Intensa meteorización química: suelos de gran espesor. Carecen de horizonte A por el lavado intenso. El horizonte B presenta hidróxidos de Fe y Al. Se forma una costra rojiza muy dura.
--	-----------------------	------------------	---

La clasificación del USDA (United States Department of Agriculture) reconoce varios órdenes de suelos, cuyos nombres se forman anteponiendo una partícula descriptiva a la terminación **-sol**.

ORDEN	Características
ENTISOL	Casi nula diferenciación de horizontes; distinciones no climáticas: aluviones, suelos helados, desierto de arena...
VERTISOL	Suelos ricos en arcilla; generalmente en zonas subhúmedas a áridas, con hidratación y expansión en húmedo y agrietados cuando secos.
INCEPTISOL	Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas...
ARIDISOL	Suelos secos (climas áridos); sales, yeso o acumulaciones de carbonatos frecuentes.
MOLLISOL	Suelos de zonas de pradera en climas templados; horizonte superficial blando; rico en materia orgánica, espeso y oscuro.
ALFISOL	Suelos con horizonte B arcilloso enriquecido por iluviación; suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.
SPODOSOL	Suelos forestales húmedos; frecuentemente bajo coníferas. con un horizonte B enriquecido en hierro y/o en materia orgánica y comúnmente un horizonte A gris-ceniza, lixiviado.
ULTISOL	Suelos de zonas húmedas templadas a tropicales sobre antiguas superficies intensamente meteorizadas; suelos enriquecidos en arcilla.
OXISOL	Suelos tropicales y subtropicales, intensamente

Copyright Inated S.L., 2.007 Todos los derechos reservados.

No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de Inated. Queda expresa y terminantemente prohibida su comercialización.

	meteorizados formándose recientemente horizontes lateríticos y suelos bauxíticos.
HISTOSOL	Suelos orgánicos. depósitos orgánicos: turba, lignito.... sin distinciones climáticas.

UNIDAD DIDÁCTICA 8. LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

1. Introducción

Las plantas cultivadas tienen unas necesidades en elementos nutritivos determinada básicamente por la especie y variedad, el nivel de producción y las condiciones edafo-climáticas de la zona. En cualquier tipo de agricultura, también en Agricultura Ecológica (AE), la obtención de cosechas abundantes y de calidad requiere de un suministro de los nutrientes necesarios para las plantas, en el momento en que los cultivos los necesiten.

El objetivo de capítulo es hacer una revisión de las diferentes opciones que existen para la fertilización de los cultivos en AE, poniendo énfasis en la fertilización mineral, a veces olvidada, en este tipo de agricultura.

2. La fertilización de los cultivos en agricultura ecológica.

Desde un punto de vista global y ecológico, una fertilización racional sería aquella en que se restituyeran al suelo todas las extracciones que se han hecho con los cultivos. Lo que en agricultura convencional se realiza básicamente con fertilizantes minerales, en AE habría que realizarlo con fuentes de nutrientes provenientes de la propia explotación con la finalidad de cerrar el ciclo. Para ello es necesario que la explotación sea mixta, es decir, que se practique tanto agricultura como ganadería. La realidad no es así y muchas explotaciones agrarias ecológicas no disponen de fuentes orgánicas provenientes de la propia explotación o no son suficientes para fertilizar los cultivos. En estos casos es necesaria la entrada en la explotación de nutrientes ajenos a ésta, ya sea mediante fertilizantes orgánicos o minerales.

El concepto de fertilización en Agricultura Ecológica no se tiene que basar en sustituir los fertilizantes minerales de síntesis de la agricultura convencional por fertilizantes orgánicos, sino que es un concepto mucho más amplio en el que se intenta realizar un reciclado de nutrientes en la explotación, siempre que esto sea posible, con la utilización además de rotaciones equilibradas con cultivos para abonos en verde y la utilización de leguminosas que tienen la capacidad de fijar el N atmosférico. Los fertilizantes orgánicos externos utilizados tendrían que provenir de explotaciones ganaderas ecológicas, la cual cosa tampoco es siempre posible.

2.1 Estrategias de fertilización en Agricultura Ecológica

La imposibilidad de utilizar fertilizantes químicos de síntesis en AE hace que haya que buscar estrategias alternativas que permitan un suministro en el momento adecuado de los nutrientes necesarios por los cultivos. Uno de los pilares básicos de la AE es precisamente una práctica muy poco habitual en la agricultura convencional, las rotaciones y asociaciones de cultivos. En estas rotaciones se intenta incluir siempre cultivos destinados a ser enterrados con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo o aportar N en caso de que estos cultivos sean leguminosos (abonado en verde).

De forma algo más detallada, las diferentes opciones existentes para fertilizar los cultivos en AE son las siguientes:

- Rotaciones y asociaciones de cultivos.

Las rotaciones de cultivo son fundamentales en agricultura ecológica para mantener la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo. Se procura alternar cultivos de familias diferentes, cultivos con raíz superficial y cultivos con raíz profunda, y cultivos de los que se aprovecha el fruto o la flor con cultivos de los que se aprovecha el tallo y con cultivos de los que se aprovecha la raíz. De esta forma se alternan cultivos con necesidades nutritivas complementarias. Así mismo, dentro de la rotación, se hacen abonos verdes, o cultivos a los que no se deja echar semilla, sino que se siegan y entierran antes. Tradicionalmente se emplean como abono verde plantas de la familia de las leguminosas, por su capacidad para fijar nitrógeno de la atmósfera (habas, altramuces, etc.), de las crucíferas, por lo profundo de su raíz que le permite movilizar nutrientes de las capas profundas del suelo (coles, rábanos), y de las gramíneas, por la cantidad de masa vegetal que producen (centeno, cebada, maíz, sorgo, pasto del Sudán, etc.). Aunque no pertenecen a estas familias, se suele emplear también el girasol o el trigo sarraceno. No conviene enterrar la masa vegetal en fresco ni demasiado profundo, porque se ha de descomponer en presencia de aire. Más bien hemos de dejarla secar en superficie y luego incorporarla con una labor superficial.

En el caso de los cultivos perennes evidentemente no se hacen rotaciones de cultivo, pero sí se hacen, dependiendo de las lluvias o de las posibilidades de regadío, abonos verdes o cultivos intercalados. Segar la mala hierba y dejarla sobre el terreno alrededor de los plantones, como un mulching, y luego incorporarla al hacer las labores, es otra práctica que contribuye a la fertilidad del suelo.

Como ya se ha dicho, las rotaciones y asociaciones de cultivos son una de las bases de la AE. Se establecen para lograr una sucesión de cultivos que tengan necesidades nutritivas diferentes y sistemas radiculares que exploren distintas profundidades de suelo. Con esto se

consigue un mejor aprovechamiento de los nutrientes básicos para las plantas, intercalando especies con necesidades nutritivas claramente diferenciadas y con sistemas radicales que obtengan los nutrientes de diferente profundidad. De esta manera, se pretende aumentar la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes y disminuir al máximo la pérdida de éstos.

Los abonos verdes son cultivos destinados a ser incorporados al suelo, con una serie de objetivos como son la mejora de la fertilidad y estructura de los suelos, la incorporación de N en caso de que este abono en verde sea una leguminosa, y la protección del suelo contra el riesgo de erosión. Estos cultivos se realizan habitualmente en el periodo de tiempo entre dos cultivos, por ejemplo entre la cosecha de un cultivo de verano y la siembra de uno de primavera para aprovechar las lluvias otoñales. También se realizan cultivos como abono en verde en los pasillos sin cultivar de los cultivos perennes, como la viña, el olivar y los frutales. Desde un punto de vista estrictamente nutritivo, los abonos en verde no aportan al cultivo siguiente nada más que nitrógeno en caso de que éste sea una leguminosa. Las necesidades en fósforo y potasio del cultivo siguiente tendrán que ser aportadas por otras vías, por ejemplo con fertilizantes minerales aptos para agricultura ecológica.

- Fertilización orgánica

Los fertilizantes orgánicos son seguramente los fertilizantes más utilizados en agricultura ecológica. Existe una gran diversidad de este tipo de fertilizantes, pero los más extendidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos. En principio, estos fertilizantes disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno, fósforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos. Otro de los aspectos negativos de los fertilizantes orgánicos es la pérdida de nutrientes, sobretodo nitrógeno, que se puede producir durante su almacenaje, manipulación y aplicación. Estas pérdidas provocan efectos no deseados en el medio ambiente, como la contaminación de la atmósfera y de las aguas. Con una fertilización a base única y exclusivamente de fertilizantes orgánicos se corre el riesgo de acumulación en los suelos de fósforo y algunos metales pesados, como el cobre o el zinc. Es evidente que estos problemas son inaceptables en el contexto de la agricultura ecológica, donde se intenta armonizar la agricultura con el medio en donde se desarrolla, provocando el mínimo impacto sobre éste.

En la tabla 1 se muestran los contenidos típicos en N, K, P, Mg y S que presentan los abonos orgánicos más empleados en agricultura ecológica.

Tabla 1: Contenido de nutrientes de algunos abonos orgánicos

Contenido de elementos nutritivos						
	Materia seca (%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Estiércol de vaca	32	7	6	8	4	
Estiércol de oveja	35	14	5	12	3	0,9
Estiércol de caballo	100	17	18	18		
Purines	8	2	0,5	3	0,4	
Gallinaza	28	15	16	9	4,5	
Guano	100	130	125	25	10	4

Abonos orgánicos:

- Estiércol.
 - Estiércol desecado y gallinaza deshidratada.
- Mantillo de excrementos sólidos de animales incluida la gallinaza y estiércol compostado.
- Excrementos líquidos de animales (estiércol semilíquido, orina, etc.).
 - La normativa permite el estiércol y el purín de ganado convencional sólo si procede de una ganadería extensiva. Prohíbe el procedente de ganadería intensiva, es decir, aquella de estabulación permanente en cuyo estiércol no se emplea cama y se deja acumular y pudrir en fosas.
 - La incorporación de estiércol procedente de la producción ganadera ecológica sin exceder los 170 kg de nitrógeno por hectárea de la superficie agrícola utilizada y año.

La cantidad de estiércol u otras materias que se puede usar es limitada, para evitar contaminación por nitratos en las aguas subterráneas, o excesivo contenido de nitratos en las cosechas, especialmente las de hoja.

- Residuos domésticos compostados o fermentados

La normativa permite el compost obtenido de restos domésticos sólo si éstos proceden de un sistema de recogida selectiva. La cantidad de metales pesados que se permite está severamente limitada. El compost que no proviene de recogida selectiva tiene contenidos inaceptables de metales pesados

- Turba.
- Arcillas (perlita, vermiculita, etc.).
- Mantillo procedente de cultivos de setas.
- Deyecciones de lombrices (humus de lombriz) e insectos.
- Guano.

Por este producto se entienden los excrementos de aves marinas recogidos en la costa del Pacífico

- Mezclas de materias vegetales compostadas o fermentadas.

Están autorizados los ácidos húmicos o fúlvicos sólo si proceden de fermentación.

- Productos o subproductos de origen animal

Materias tales como harinas de sangre, pescado, huesos o plumas. No

están autorizados los hidrolizados de proteínas, ni los aminoácidos.

- Productos y subproductos orgánicos de origen vegetal para abono.

Por ejemplo: harina de tortas oleaginosas, cáscara de cacao, raicillas de malta, etc.

- Algas y productos de algas

Los extractos de algas se usan ampliamente en agricultura ecológica por que son una fuente natural de calcio adecuada para corregir las aguas con exceso de salinidad

- Serrín y virutas de madera.

- Mantillo de cortezas.

- Cenizas de madera

Para estas tres materias procedentes de madera se exige ésta no haya sido tratada

- Vinaza y extractos de vinaza

Hay dos tipos de vinaza: orujo de uva y restos de la extracción del azúcar de remolacha

- Fertilización mineral

Los fertilizantes minerales aptos para su utilización en AE son un complemento ideal para los abonados en verde y los fertilizantes orgánicos en aquellos casos en que sea necesario un aporte extra de fósforo, potasio, magnesio, calcio o azufre (Kuepper, 2000). Estos fertilizantes, sin haber sufrido ningún proceso químico de síntesis, están contemplados en la normativa de AE que entró en vigor en la Unión Europea en el año 1991 (Reglamento (CEE) nº 2092/91). Tanto en el siguiente punto como en el apartado 3 del presente capítulo se tendrá una visión más amplia de la utilización de este tipo de fertilizantes aptos para AE.

2.2 La fertilización mineral en AE como complemento a la fertilización orgánica y al abonado en verde y a las leguminosas.

Los fertilizantes minerales autorizados por la normativa vigente de AE son, en muchas ocasiones, un complemento ideal a las prácticas de fertilización tradicional en esta agricultura. Como se va a explicar en el apartado 3 del presente capítulo, los fertilizantes minerales que son aptos para agricultura ecológica son aquellos que no han sufrido ningún tratamiento químico de síntesis, sino que los minerales obtenidos de la naturaleza se transforman por medios físicos en materiales aptos para ser aplicados como fertilizantes. En este punto se pretende analizar el papel que pueden jugar los fertilizantes minerales como una opción más para la fertilización de los cultivos, y cómo se puede complementar con las técnicas habitualmente utilizadas en AE (residuos orgánicos, abonados en verde o rotaciones).

El primer aspecto importante a destacar de los residuos orgánicos es que, no solamente no tienen una composición química constante, sino que en una misma granja puede existir una variabilidad temporal muy alta en su composición. Esto evidentemente es un gran inconveniente en el momento de decidir las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio a aplicar. Además existe una tendencia a la sobredosificación y, por tanto, a la aplicación de un exceso de nutrientes con los consiguientes problemas medioambientales que ello origina.

Otro aspecto negativo de los fertilizantes orgánicos habitualmente utilizados en AE es el desequilibrio en nutrientes, es decir que la relación de nutrientes de estos fertilizantes, en general, no se adapta a las necesidades en nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos. Este desequilibrio normalmente es deficitario en potasio y excedentario en fósforo, excepto en aquellos residuos orgánicos que tengan un contenido elevado en paja. Esto ocurre en algunos de los fertilizantes orgánicos utilizados en AE como los purines o el compost. El compost presenta contenidos en fósforo algo superiores a los de nitrógeno y muy superiores a los de potasio. Esto no concuerda con las necesidades de las plantas cultivadas que, en general, tienen altos requerimientos en nitrógeno, medios en potasio y bajos en fósforo. Una aplicación continuada de este tipo de fertilizantes en un mismo suelo origina una acumulación de fósforo en el horizonte superficial que, en caso de pérdida por erosión, puede originar problemas de eutrofización de las aguas. Una manera de compensar este desequilibrio de los fertilizantes orgánicos es la incorporación de los fertilizantes minerales en la estrategia de fertilización de una explotación de AE. De esta manera se podrá ajustar y conocer mejor las cantidades de fósforo y potasio aportadas y, además se aportarán otros nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas como el magnesio o el azufre.

En las rotaciones y asociaciones de cultivo utilizadas en AE se suelen incluir leguminosas como cultivos con capacidad de realizar simbiosis bacterianas y fijar el nitrógeno atmosférico. Debido a esta capacidad que tienen de aprovechar el nitrógeno de la atmósfera, no tiene mucho sentido aportar fertilizantes orgánicos ya que todos ellos llevan en su composición el nitrógeno. Desde este punto de vista, los fertilizantes minerales pueden aportar el resto de nutrientes necesarios para estos cultivos, siempre que los análisis de suelo reflejen esta necesidad. En definitiva, la utilización de fertilizantes orgánicos junto con leguminosas conlleva un exceso de N en la rotación y, por tanto, a los problemas asociados a este hecho (contaminación ambiental, antagonismos con otros nutrientes,...). Además cabe remarcar que algunas leguminosas, como la alfalfa (*Medicago sativa*), tienen requerimientos muy elevados en potasio, por tanto, los fertilizantes minerales con potasio aptos para AE son prácticamente la única fuente para aportar este nutriente.

Otro planteamiento interesante para la incorporación de los fertilizantes

minerales en AE, relacionado con lo explicado en el párrafo anterior, es su complementariedad con los abonados en verde a base de leguminosas. Éstos fijan de la atmósfera el nitrógeno necesario del cultivo siguiente, y el resto de nutrientes se aportan con los fertilizantes minerales.

Como se ha podido comprobar en este apartado, los fertilizantes minerales aptos para AE no solamente son una fuente económica para aportar los nutrientes a los cultivos ecológicos, sino que además se complementan muy bien con las prácticas habitualmente utilizadas en la AE.

3. Los fertilizantes minerales aptos para la agricultura ecológica.

Aunque la fertilización orgánica puede permitir en suelos equilibrados una nutrición completa de la planta, la mayor parte de las veces, sobre todo durante la reconversión, puede ser necesario equilibrar los contenidos en ciertos elementos hasta un nivel adecuado que permita al cultivo no padecer problemas de desequilibrios nutricionales, corrección de problemas de acidez, etc.

El abono orgánico es la fuente de nitrógeno principal más habitual en agricultura ecológica. No obstante, en un gran número de cultivos y debido a sus altos requerimientos en nutrientes no muy abundantes en el abono orgánico (como el potasio, magnesio, azufre, etc.), se hace imprescindible el aporte extra de fertilizantes ricos en dichos nutrientes que permitan junto al abonado orgánico, el correcto desarrollo de la planta. Estos fertilizantes que surgen como una necesidad de complementar al abonado orgánico para el aporte de potasio, fósforo, magnesio, azufre y calcio son los fertilizantes minerales naturales.

Los fertilizantes minerales que actualmente se pueden aplicar en agricultura ecológica se muestran en la tabla 2 que están presentes en el anexo II del Reglamento CEE 2092/91 de fertilizantes y acondicionadores de suelo autorizados para su empleo en agricultura ecológica.

Los fertilizantes minerales se obtienen a partir de sales minerales o rocas que proceden en su mayoría de yacimientos mineros y salinos, que son explotados y purificados mediante procesos físicos.

Los procesos de obtención de los diferentes productos minerales a partir de las sales minerales y rocas, deben responder a su vez a procesos físicos de transformación como disolución, filtración, calcinación, etc. en los que no se ha empleado agentes químicos.

Las principales fuentes de potasio mineral proceden de depósitos marinos de sal. Uno de los más importantes yacimientos de sal marina en Europa se localiza en Alemania, cuyos yacimientos contienen magnesio además de potasio. Dichos yacimientos se remontan a más de 200 millones de años de deposiciones de formaciones de piedra calcárea de los mares. El agua marina que fluía a través de barreras en las llanuras, se evaporó por medio de las radiaciones solares. Así los yacimientos de potasio formados contenían siempre una mezcla mayoritaria de sales minerales, entre otros, cloruro de potasio, cloruro de sodio, sulfato de magnesio y agua cristalizada.

Tabla 2. Productos minerales naturales aptos para agricultura ecológica según el Reglamento CEE 2092/91

Denominación	Descripción, requisitos de composición y condiciones de utilización
Fosfato natural blando	Producto definido por la Directiva 76/116/CEE del Consejo, modificada por la directiva 89/284/CEE4. Contenido en cadmio inferior o igual a 90 mg/kg de P ₂ O ₅ .
Fosfato aluminocálcico	Producto definido por la Directiva 76/116/CEE del Consejo, modificada por la directiva 89/284/CEE4. Contenido en cadmio inferior o igual a 90 mg/kg de P ₂ O ₅ . Utilización limitada a los suelos básicos (pH >7,5).
Escorias de desfosforación	Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Sal potásica en bruto (por ejemplo: kainita, silvinita, etc)	Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Sulfato de potasio con sal de magnesio	Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control. Derivado de la sal potásica en bruto.
Carbonato de calcio de origen natural (Ej: marga, roca calcárea molida, arena calcárea,...)	
Carbonato de calcio y magnesio de origen natural (Ej: creta de magnesio, roca de magnesio calcárea molida,...)	
Sulfato de magnesio (Ej: Kieserita)	Únicamente de origen natural. Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Solución de cloruro de calcio	Tratamiento foliar de los manzanos, a raíz de una carencia de calcio. Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.

Copyright Inated S.L., 2.007 Todos los derechos reservados.

No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de Inated. Queda expresa y terminantemente prohibida su comercialización.

Sulfato de calcio (yeso)	Producto definido por la Directiva 76/116/CEE del Consejo, modificada por la directiva 89/284/CEE4. Únicamente de origen natural.
Azufre elemental	Producto definido por la Directiva 76/116/CEE del Consejo, modificada por la directiva 89/284/CEE4. Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Oligoelementos	Elementos incluidos en la Directiva 89/530/CEE5. (Fe, Cu, ZN, B..., como sales o quelatos. Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Cloruro de sodio	Solamente sal gema. Necesidad reconocida por el organismo de control o la autoridad de control.
Polvo de roca	

En la tabla 3 se muestra algunos de los fertilizantes o enmiendas minerales más empleados a la hora de restablecer carencias de los elementos potasio, magnesio, fósforo y azufre.

Tabla 3. Fertilizantes minerales aptos para Agricultura Ecológica

Nutriente	Forma de empleo	Aplicación
Potasio	Patentkali (30%) Sulfato de potasio (50%) Sal potásica en bruto (11%)	Productos en forma granulada y polvo para su aplicación al suelo y foliar
Magnesio	Epsonita (16% MgO), Kieserita (20-27%), Patentkali (10%) Calizas dolomíticas (18%) Magnesita (60%) Rocas silíceas (2-7%)	Productos para aplicación tanto para el suelo como para aplicación foliar.
Fósforo	Fosfato natural blando Fosfato aluminocálcico Escorias de desfosforación	Productos para aplicación al suelo.
Azufre	Azufre elemental Productos a base de sulfatos como Patentkali, Epsonita, sulfato de potasio, etc.	Para aplicaciones foliares y para aplicación al suelo.

UNIDAD DIDÁCTICA 9. CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS

Es sabido que en las tierras de cultivo se encuentra un banco de semillas y otras formas reproductivas, procedentes de todas las especies vegetales que pueblan la zona correspondiente.

Bajo determinadas condiciones ambientales de humedad, temperatura y luz, se produce una competencia de estas especies con el cultivo por el agua, los nutrientes y la luz, pudiéndose perder parte o incluso la totalidad de la cosecha. Sin embargo, las especies arneses, generalmente herbáceas, forman parte del agrosistema y su presencia tiene aspectos positivos, como son:

- Reserva de biodiversidad.
- Protección del suelo contra la erosión y lavado de ciertos nutrientes.
- Alimento de los animales.
- Refugio de la microfauna auxiliar.
- Mejora y enriquecimiento del suelo en aspectos como fertilidad, estructura, etc.

Es necesario, por tanto, realizar un manejo de las poblaciones de las hierbas espontáneas, de manera que su presencia no afecte de forma importante a la producción.

Los métodos empleados para conseguir este objetivo no deben ser agresivos con el medio ambiente.

En agricultura ecológica no está permitido el uso de productos químicos obtenidos de forma sintética, como los herbicidas, ya que pueden producir en el suelo y en el ambiente daños colaterales como derivas, intoxicaciones, contaminación de acuíferos y resistencias no deseables.

1. Medidas preventivas

Uno de los mejores métodos preventivos es la detección precoz de los problemas. Por ello es imprescindible inspeccionar periódicamente los campos, identificando correctamente las principales especies infestantes (se adjunta al final una pequeña lista de nombres comunes de algunas malas hierbas).

El objetivo consistirá en romper el ciclo de las especies competidoras y de esta forma disminuir el banco de semillas existente.

Todos los cultivos llevan asociadas una serie de especies arvenses que vegetan en sus mismas condiciones y que están perfectamente adaptadas en las operaciones culturales. Cuando se repite el cultivo, se favorece también la reproducción y diseminación de sus semillas, incluso cuando se trata con

herbicidas, pues casi siempre queda alguna tolerante o resistente capaz de reproducirse. Por lo tanto, el mejor método preventivo es la rotación de cultivos.

1.1 Rotación de cultivos

Durante mucho tiempo, la rotación y la asociación de especies fueron consideradas como práctica básica para obtener cultivos sanos, aumentar la eficacia de los nutrientes y alcanzar buenos rendimientos. Esta costumbre fue perdiéndose con la mayor utilización de fertilizantes químicos, el empleo de plaguicidas, etc. En la actualidad vuelve a tener gran interés en general, y especialmente en la horticultura ecológica es imprescindible.

Los efectos favorables de las rotaciones son:

- Controlar mejor las especies infestantes, rompiendo su ciclo.
- Disminuir los problemas de plagas y enfermedades (hongos del suelo, nematodos).
- Aprovechar mejor el abonado, al cultivar plantas con necesidades de nutrientes y sistemas radiculares diferentes.
- Incorporar nitrógeno con las leguminosas.

En la práctica, las rotaciones se deben basar en las siguientes reglas:

- Alternar plantas con diferentes formas de vegetación:
- Cultivos de hoja: acelga, apio, cardo, col, espinaca, lechuga.
- Cultivos de raíz y tubérculos: nabo, patata, rábano, remolacha, zanahoria.
- Cultivos de bulbo: ajo, cebolla, puerro.
- Cultivos de fruto: berenjena, calabaza, melón, pepino, pimiento, sandía, tomate.
- Permutar gramíneas y dicotiledóneas, como cereal y girasol, cereal y leguminosas (veza, garbanzo).
- Alternar cultivos de ciclos distintos, como maíz y cebada (verano e invierno), ya que se puede aprovechar el ciclo siguiente para realizar operaciones de limpieza si la pluviometría y/o el riego lo permiten.
- Evitar que se sucedan dos cultivos que pertenezcan a la misma familia botánica: trigo, cebada, avena y centeno (Gramíneas), apio y zanahoria (Umbelíferas), patata, tomate y pimiento (Solanáceas), espinaca y remolacha (Quenopodiáceas).
- Introducir regularmente (si es posible una vez cada dos años) una leguminosa: guisante, haba, judía, lenteja, soja, yeros, garbanzo, alfalfa, trébol, veza, altramuza.
- Rotar plantas que requieran un fuerte abonado orgánico (apio, calabaza, col, espárrago, maíz, patata, pepino, puerro) con plantas menos exigentes (acelga, cebolla, escarola, espinaca, guisante, Lechuga, lenteja, rábano, remolacha, zanahoria), con el fin de que tienen aprovechen mejor los nutrientes excedentarios.
- Combinar cultivos poco competidores, y que permitan el desarrollo de la flora arvense por cubrir poco el suelo (zanahoria, cebolla, trigo duro, remolacha) con otros más competidores (maíz, patata, alfalfa, altramuza).

2. Actuación

Se tratan de utilizar diferentes técnicas para controlar directamente la población de malezas. Este trabajo se refiere exclusivamente a los métodos no químicos.

2.1. Métodos mecánicos

Se basan en la utilización de aperos y/o útiles que faciliten la eliminación de un gran porcentaje de hierbas impidiendo su reproducción.

Estos métodos han sido los utilizados tradicionalmente por los agricultores hasta el desarrollo de los herbicidas. La labor de eliminar mecánicamente la hierba es conocida tradicionalmente como escarda.

2.1.1. Escarda manual

La escarda manual y los laboreos son los procedimientos más sencillos para controlar las especies arvenses. Se basan en el arranque, enterrado. Corte o fragmentación de las plántulas, de las plantas adultas o de sus propágulos, antes o después del ciclo de cultivo o incluso dentro del mismo. Se trata de dañarlas directamente o exponerlas a los elementos adversos.

El principal inconveniente de la escarda manual es el enorme consumo de tiempo y energía que requiere. Por ejemplo, bajas densidades pueden necesitar de 5 a 30 horas por hectárea, medias de 30 a 100 y altas de 100 a 400. Por otra parte, la labor es generalmente muy penosa y en los países desarrollados no se encuentra personal para esta tarea. Sin embargo, se debe considerar como un método extremo para controlar individuos o especies con baja infestación y que no merezca la pena otro método.

En pequeñas superficies o con escasa densidad de hierbas, la escarda se realiza con herramientas de mano. Cuando el coste de la mano de obra o la gran superficie la hacen inviable, se emplean aperos mecánicos.

2.1.2. Falsa siembra

Es uno de los métodos más conocidos por todos los agricultores. Consiste en aguardar las primeras lluvias de otoño antes de sembrar el cultivo, tras realizar las labores preparatorias del suelo. Una vez nacidas las hierbas junto con las ricios del cultivo anterior, se eliminan con una labor superficial justo antes de la siembra. También puede realizarse sembrando una variedad de primavera o ciclo corto y aprovechar así el retraso de la siembra para eliminar las malas hierbas nacidas.

2.1.3. Siegas

Como método de control de flora arvense pueden incluirse las siegas entre las labores, ya que son operaciones necesarias en los cultivos herbáceos perennes (alfalfa, pratenses) y leñosos con cubierta vegetal. Su efecto contribuye a eliminar especies de porte erecto, especialmente las anuales, y es mayor en los primeros cortes. Poco a poco la flora se va adaptando a la frecuencia de los cortes: comienza una invasión de anuales de invierno de diferentes géneros botánicos (Capsella, Sonchus), con poca latencia (Bromus, Poa) y, sobre todo, de bianuales (Helminthia, Taraxarum). vivaces (Runner, Cynodon), anuales de porte rastrero (Portulaca, Amuranthus blitoides) o con gran capacidad de rebrote (Aster, Inula). Hay que recordar que la oportunidad y la altura de la barra de corte son decisivas para evitar la producción y dispersión de semillas.

2.1.4. Laboreo

Además de controlar la flora arvense, las labores tienen misiones diferentes: la preparación del lecho de siembra que permite asegurar la germinación o el enraizamiento del cultivo, la incorporación de abonos, la rotura de la costra superficial del suelo, la mejora de su estructura por descompactación y, como consecuencia, el aumento de su porosidad y la capacidad para almacenar agua de lluvia. Sin embargo, el exceso de laboreo aumenta la oxigenación de la materia orgánica y su rápida mineralización, además de la evaporación del agua del suelo en muchos casos. El paso excesivo de cultivadores y fresadoras, en condiciones inapropiadas de humedad del suelo, puede favorecer la compactación y la creación de una "suela de labor", lo que impide el crecimiento radicular y la infiltración del agua en el suelo.

Otra desventaja de las labores es que, al remover el suelo, permiten que muchas semillas latentes alcancen profundidades óptimas de germinación, haciendo necesarias nuevas medidas de control. Esto es particularmente acusado con el arado de vertedera, por lo que se recomiendan labores superficiales realizadas con el tempero adecuado de suelo y siempre en dirección perpendicular a la pendiente, si la hubiese.

Las labores superficiales (menos de 10 cm) son recomendables contra las especies anuales para eliminar las sencillas que han germinado y favorecer la germinación de otras que requerirán una intervención posterior. Es imprescindible impedir el semillado de estas especies, por lo que es esencial la oportunidad de la intervención, que también dependerá de las condiciones meteorológicas.

En el control de las especies perennes o vivaces el objetivo ha de

ser agotar las reservas radicales o rizomatosas, realizando cortes en la parte aérea para estimular la brotación. Para ello es necesario ajustar el laboreo al rebrote (cada 15-20 días) hasta agotar las reservas de la planta. Esto dependerá del tipo de especie, de la humedad y fertilidad de] suelo y del régimen de temperaturas. A veces conviene exponer los rizomas o tubérculos a las inclemencias del tiempo (deshidratación, heladas) para su eliminación.

Las intervenciones mecánicas deberán buscar las condiciones óptimas

de su manejo, en relación con:

- El contenido de humedad del suelo, labrar con sazón o tempero adecuado.
- La previsión de las condiciones climáticas después de la labor. Evitar labrar si se espera lluvia.
- La elección del apero adecuado a cada tipo de labor, suelo y marco de plantación o densidad de siembra.
- El reglaje de la profundidad de siembra, velocidad de avance de la sembradora e inclinación de los dientes.
- La exclusión de las labores en dirección paralela a la línea de pendiente.
- El estado del cultivo y de la flora al realizar la operación. Evitar retrasos en la intervención.

En la actualidad existen diferentes alternativas para eliminar las hierbas de los cultivos. Se basan en el arranque de las mismas por diferentes sistemas y en su posterior desecación por el sol, ocasionando un mínimo daño al cultivo. Las que se han ensayado y han demostrado una utilidad práctica son:

- Grada de púas flexibles:

Estas máquinas están construidas sobre un bastidor de hierro provisto de una serie de púas o varillas de aleación, capaces de moverse en zig-zag. Al circular por la superficie del suelo arrastradas por el tractor, normalmente en el sentido de las líneas de cultivo, desentierran total o parcialmente las hierbas, realizando además una labor de aporcado muy superficial al cultivo. El bastidor suspendido en el tractor, dispone de una regulación para la presión y el ángulo de ataque.

La utilización de este apero de gran sencillez y economía, pero es necesario tener muy en cuenta el momento de aplicación. El mejor es cuando el cultivo está bien arraigado y las malas hierbas presentan un estado de entre dos y cuatro hojas. El sistema no controla del todo gramíneas ni plantas muy enraizadas.

La presión de las púas flexibles debe ser tal que no arranque más de un diez por ciento del cultivo, para lo cual será necesario hacer una prueba previa con diferentes presiones. Normalmente produce cierto retraso en el desarrollo del cultivo, con posterior recuperación

En general, los suelos francos y arenosos se adaptan mejor a esta técnica que los pesados y arcillosos. En suelos pedregosos (cascajosos) dan buen resultado, siempre que las piedras no sean demasiado grandes.

Su eficacia también depende de las condiciones hídricas del suelo. En el momento del trabajo conviene que la superficie esté seca y haya tempero a 2 cm de profundidad. La humedad posterior favorece la germinación de las hierbas que aún no lo han hecho y que vuelvan a enraizar muchas de las afectadas por la labor. El suelo no debe estar compactado.

La habitual sequía de los secanos españoles durante los meses de febrero y marzo, han perjudicial para la eficacia de los herbicidas residuales favorece la acción de la grada. Hay que indicar que resulta conveniente combinar el efecto complementario de las rotaciones con la escarda mecánica para que los resultados sean satisfactorios.

- Siembra en líneas agrupadas:

Consiste en la siembra en líneas agrupadas del cultivo tal como se hacía tradicionalmente con la labor de aricado. Se emplea la misma cantidad de semillas por hectárea, pero distribuyéndola en grupos de 2,3, o 4 líneas, a su vez separadas por un espacio suficiente para permitir el paso de las ruedas del tractor. Se forman a sí pequeños "setos" de cultivo en los que las hierbas se eliminan con rejas de cultivador, pasando por estos pasillos. Las hierbas que restan entre las líneas de siembra compiten con el cultivo y son eliminadas por el mismo. La mayoría de las sembradoras modernas admiten el desplazamiento lateral de las botas de siembra, por lo que serían apropiadas para este sistema.

- Laboreo nocturno:

Diversos investigadores han realizado estudios sobre la teoría de que la rotura de latencia y posterior germinación de muchas especies arvenses se produce por la exposición a la luz de sólo unas fracciones de segundo, lo que ocurre generalmente en el momento de las labores, sobre todo de las que voltean el suelo. Afirman que, realizando este laboreo por la noche, el recubrimiento del suelo por las malas hierbas es del 2%, mientras que a plena luz del día el recubrimiento es del 80%, naturalmente sin aplicar herbicida en ninguno de los casos.

A la vista de estos esperanzadores resultados, sería necesario realizar más esfuerzos de investigación en este sentido, ya que el comportamiento de las especies puede ser muy diferente según las condiciones del suelo, climatología, etc.

- Cepilladoras:

Constituyen una variante de los sistemas mecánicos anteriores.

Son aperos arrastrados por el tractor y accionados por la toma de fuerza que portan rodillos formados por cerdas de fibra sintética de gran dureza, los cuales, al girar sobre la superficie del suelo, arrancan las hierbas cuando están en fases juveniles. Trabajan entre las líneas de cultivo y pueden constar de un solo eje horizontal con varios cepillos o de varios ejes verticales con uno en forma de brocha.

Son muy adecuados para el trabajo entre líneas de cultivos hortícolas.

Para el buen éxito de este sistema es necesario proceder a un preciso trabajo de regulación de la profundidad a la que penetran los cepillos.

Si se consigue que la profundidad de trabajo sea del rango de las raíces, el control es del 100% seguido.

Para conseguirlo es necesario considerar diferentes aspectos:

1. La velocidad de avance: Una ligera variación de la misma lleva implícitos cambios en la profundidad de trabajo.
2. La velocidad absoluta del cepillo: Es la combinación de la velocidad de avance y de la periférica del cepillo. En realidad es la velocidad a la que las cerdas golpean a las hierbas y al suelo.
3. El tipo de suelo: Si son francos o pesados, pedregosos o arcillosos, la profundidad de trabajo será diferente.
4. En los de eje vertical, tiene una ligera influencia el ángulo de inclinación de las cerdas del cepillo.

- Ventajas:

Apenas tienen incidencia sobre las raíces del cultivo. Puede controlar hierbas un poco desarrolladas. No crean suela de labor ni compactación, por lo que hay menos peligro de erosión que con el laboreo convencional.

- Inconvenientes:

Controlan las hierbas hasta el estado de cuatro hojas verdaderas. Sólo sirven para las especies de germinación superficial. Su velocidad es lenta (3 Km/h), de escasa anchura y no van bien en suelos pedregosos

2.2. Método térmico

Como indica su propio nombre, produce la coagulación de los tejidos de crecimiento de las hierbas mediante la aplicación de un instante de calor a temperaturas superiores a 80°C. Para ello se utilizan quemadores de gas propano instalados en aperos que circulan entre las líneas del cultivo con las correspondientes pantallas protectoras, bien directamente o mediante un elemento intermedio que emite el calor por radiación.

Tienen una gran efectividad y un escaso impacto en la flora y la fauna auxiliar, ya que se ha demostrado que el calor apenas traspasa el primer centímetro de profundidad, y en las épocas invernales en que más se utiliza, es muy escasa la presencia de invertebrados en la superficie.

UNIDAD DIDÁCTICA 10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

1. Introducción

Es fundamental para mantener el cultivo libre de plagas o enfermedades la fertilización del suelo como se ha explicado anteriormente. El abonado del suelo con productos químicos solubles, especialmente nitrogenados, interfiere en el metabolismo de la planta, y además de hacerla acumular agua y crecer con excesiva exuberancia, la hace más apetecible para las plagas y enfermedades y más sensible a sus ataques. La falta de materia orgánica en el suelo también provoca que se desarrollen exageradamente nematodos y hongos patógenos.

Las prácticas mediante las que se previenen o combaten las plagas, enfermedades y malas hierbas son:

- La selección de las variedades y especies adecuadas

Las variedades autóctonas suelen estar adaptadas a las plagas y enfermedades habituales en la zona. En otros casos, como en las virosis de algunas hortalizas de reciente introducción, habrá que buscar variedades comerciales resistentes. Otras veces habrá que adaptar el calendario de siembra, poda o recolección al ciclo de las plagas o enfermedades en cuestión.

- Un adecuado programa de rotación

Las rotaciones de cultivo son fundamentales en agricultura ecológica, además de para mantener la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo como se explicó anteriormente, para prevenir la aparición de plagas y enfermedades. Muchas especies de nematodos y de hongos del suelo están especializadas en atacar a cierta familia de plantas, y se ven favorecidos si se repite el mismo cultivo u otro de la misma familia.

También hay insectos especializados en ciertos cultivos cuyo ciclo puede romperse con la rotación adecuada, o simplemente (caso del picudo de la platanera), arrancando y replantando tras las labores adecuadas.

El monocultivo en grandes superficies favorece la extensión de los ataques de plagas. Cultivos asociados o barreras como setos pueden interrumpir la propagación de ciertas plagas.

- Medios mecánicos de cultivo

El laboreo del suelo puede ser eficaz contra ciertas plagas que viven en el suelo. Contra las malas hierbas no hay ningún herbicida autorizado. Sólo se pueden combatir mediante medios mecánicos o mediante medios térmicos.

- La protección de los enemigos naturales mediante medidas que los favorezcan

Los productos fitosanitarios, especialmente los muy persistentes o que no son selectivos, alteran el equilibrio que en condiciones normales debería haber entre cada plaga y sus enemigos naturales (otros insectos o ácaros que son

sus depredadores o parásitos). Después de un tratamiento no selectivo que elimina por igual a la mayor parte de la plaga y a sus enemigos naturales, la plaga se reproduce más rápido que sus enemigos y alcanza pronto los mismos niveles que antes del tratamiento. Los enemigos naturales de las plagas pueden ser favorecidos mediante la plantación de setos o de cultivos asociados en los que se favorezca su cría. Otra forma de favorecerlos, la única posible en medios demasiado artificiales como invernaderos, es su cría (varias casas comerciales se dedican a esta actividad) y posterior suelta. Las plagas más dañinas e incontrolables son las de reciente introducción en un lugar donde antes no estaba, porque los depredadores propios de ese lugar aún no se han adaptado para alimentarse de ella, o los depredadores específicos (especializados en depredar esa plaga) que tenía en su lugar de origen aún no se han introducido. Es el caso actualmente en Canarias de la mosca blanca de las ornamentales o de la polilla guatemalteca de la papa.

- Quema de malas hierbas

Los rastrojos y restos de cultivo no deben quemarse, aparte de por su peligrosidad, porque es una materia orgánica que se desperdicia y que podría haberse incorporado al terreno. En cambio está permitido el combate contra las malas hierbas, aparte de mediante labores mecánicas, mediante medios térmicos, como quemadores de butano.

Si no basta con estas técnicas, y en caso de que un peligro inmediato amenace el cultivo, se permite el tratamiento con productos fitosanitarios autorizados mencionados en el Anexo II-B del reglamento 2092/91, de acuerdo con las condiciones de utilización mencionadas en dicho Anexo. Algunas materias, como la azadiractina, la piretrina o la rotenona, tienen entre sus condiciones particulares la de "necesidad reconocida por la autoridad de control". Se debe solicitar al CRAE de Canarias, mediante el impreso correspondiente, autorización para su empleo. En el caso de los productos comerciales, deberán estar inscritos en el registro de fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y constar claramente su composición, y emplearse para los cultivos para los que hayan sido autorizados. Estos fitosanitarios no por ser origen natural dejan de ser peligrosos para quien los maneja (especialmente la rotenona). Han de aplicarse con mascarilla y demás precauciones previstas con carácter general para productos fitosanitarios.

Como ya se comentó anteriormente, entre los fines de la agricultura ecológica, está "emplear en la medida de lo posible recursos renovables en sistemas agrarios organizados localmente". Por ello, el agricultor debe ser lo más autosuficiente posible, procurando combatir las plagas o enfermedades principalmente mediante prácticas culturales, elaborar sus propios fitosanitarios o emplear materias comunes, con preferencia a tener que depender de la adquisición de productos comerciales, por muy naturales o certificados como utilizables en agricultura ecológica que estuvieran.

Es frecuente en agricultura ecológica la preparación de maceraciones de plantas (caldo obtenido dejando fermentar en agua durante varios días plantas

tales como ortiga, cola de caballo, valeriana o capuchina) o lixiviados de compost: (caldo obtenido recogiendo el agua con que se ha lavado un compost maduro). Sus efectos terapéuticos sobre los cultivos pueden deberse a las siguientes causas: hacer aumentar su resistencia por su efecto fertilizante, inducir la síntesis por parte de la planta de fitoalexinas (toxinas naturales que la planta produce en respuesta a los ataques de sus enemigos), o ser caldo de cultivo de microorganismos antagonistas de los microorganismos e insectos perjudiciales.

La lista de materias autorizadas es la siguiente:

Insecticidas

- Azadiractina extraída de *Azadiracta indica* (Arbol Neem).

Este producto es de los que para ser empleado necesita de la autorización de la autoridad de control. No confundir con el producto en bruto, o aceite de Neem, que figuraría dentro del apartado de "aceites vegetales", y que tiene más principios activos aparte de la azadiractina. Este producto tiene la ventaja de ser sistémico.

- Lecitina
- Aceites vegetales (por ejemplo aceite menta, aceite de pino, aceite de alcaravea)
- Piretrinas extraídas del *Chrysanthemum cinerariaefolium*.
- Rotenona extraída de *Derris* spp, *Lonchocarpus* spp y *Terphrosia* spp.

Estos dos productos son de los que para ser empleados necesitan de la autorización de la autoridad de control.

- Aceite de parafina
- Aceites minerales

Este producto es de los que para ser empleado necesita de la autorización de la autoridad de control. Se conoce como aceite de verano, y es un producto indicado para combatir los insectos chupadores, como pulgones, moscas blancas, cochinillas, etc.

- Sal de potasio rica en ácidos grasos (jabón suave).

Este producto se conoce como jabón potásico, y es un producto indicado, solo o en combinación con otros fitosanitarios, para combatir los insectos chupadores, como pulgones, moscas blancas, cochinillas, etc.

- Microorganismos (bacterias, virus y hongos) por ejemplo *Bacillus thuringiensis*, *Granulosis virus*, etc.

-

Los microorganismos se pueden emplear sólo si no son transgénicos. Actualmente son de uso común *Bacillus thuringiensis* para control de larvas de lepidópteros (orugas, lagartas o roscas), *Beauveria bassiana* para control de mosca blanca y *Trichocerca viridae* y *Trichoderma harzianum* para control de hongos del suelo. Además están a punto de comercializarse otros microorganismos entomopatógenos (nematodos, protozoos, hongos o bacterias que causan enfermedades a los insectos), fungicidas (hongos o bacterias que son antagonistas de los hongos que provocan enfermedades) o nematófagos (hongos enemigos de los nematodos).

Atrayentes para trampas o mosqueros

- Proteínas hidrolizadas
- Fosfato diamónico

Estos productos se emplean como atrayentes en trampas o mosqueros para dípteros

- Feromonas

Estos productos se emplean como atrayentes en trampas o mosqueros para diversas especies. Consisten en la hormona de atracción sexual de, según las especies, el macho o la hembra.

Insecticidas que solo se pueden usar en trampas o mosqueros

- Piretroides (sólo deltametrina o lambdacihalotrina)

Estos productos se emplean únicamente dentro de trampas o mosqueros para la mosca de la fruta o la mosca del olivo, en combinación con el atrayente (feromonas o hidrolizado de proteínas) correspondiente.

Helicidas

- Metaldehído

Este producto se emplea en cebos contra caracoles y babosas

Fungicidas

- Cobre en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico u óxido cuproso

Las sales de cobre, por problemas de contaminación en el suelo en las zonas donde se ha usado en exceso, tienen limitado su empleo hasta la cantidad máxima de 6 Kgrs/Ha/año de cobre.

- Sulfuro de cal (polisulfuro de calcio)

Este producto es de los que para ser empleado necesita de la autorización de la autoridad de control. Lo puede elaborar el propio agricultor hirviendo agua con una mezcla de tres partes de azufre por una de cal. El producto puro se usa para tratamientos de invierno en frutales y viña contra las plagas que se refugian bajo la corteza. Disuelto en 6 partes de agua es útil en pulverizaciones contra el oidio del viñedo.

- Permanganato de potasio

Este producto es un poderoso antioidio, útil en pulverizaciones contra el oidio del viñedo dirigidas al racimo. Puede ser fitotóxico en tratamientos a las hojas.

- Harina de cuarzo

Este producto se conoce también como polvo de roca. En espolvoreo o en suspensión en agua (ciertos productos comerciales lo contienen en forma finamente molida) es un fungicida usado ampliamente como alternativa a las sales de cobre.

- Microorganismos (bacterias, virus y hongos)
- Azufre

Este producto sigue siendo el fitosanitario más común incluso en agricultura convencional. Útil contra los oidios y contra ácaros en espolvoreo o en pulverización cuando está formulado como mojable.

- Cera de abejas

Este producto se emplea para tratar las heridas en la poda. También de la cera de abejas se extraen los propóleos, que disueltos en alcohol se emplean como fungicida.

Control biológico

El control de plagas con productos químicos es cada vez más complicado. La exigencia por los consumidores en la reducción de la aplicación de estos productos es cada vez más notable. Los productos agroquímicos no siempre dan buenos resultados, por lo que, se presta hoy día, mucha importancia a una agricultura más biológica.

Para iniciar una lucha biológica, se debe reducir las aplicaciones de pesticidas durante un tiempo determinado y estando el agricultor obligado a aceptar la no venta de sus productos hasta alcanzar una producción controlada biológicamente.

En el control integrado de plagas se trabaja de diferente forma. Se recomienda dejar de curar contra plagas y actuar de forma preventiva. El control biológico es el empleo de otros insectos depredadores para combatir las plagas, de forma que, así se evita o reduce el empleo de plaguicidas que dejan residuos tóxicos en los frutos y plantas y son puros venenos para la salud humana.

El control biológico se define como una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, también llamados depredadores, con el objetivo de reducir o incluso llegar a combatir por completo a parásitos que afecten a una plantación determinada.

Se pretende controlar las plagas a través de enemigos naturales, es decir, otros insectos que son depredadores de la plaga y son inofensivos a la plantación. El método de control biológico puede ser muy eficaz. Hay que considerar algunos puntos en la utilización de enemigos naturales en la plantación:

1. Se debe identificar bien el parásito que afecta al cultivo.
2. Identificación del enemigo natural.
3. Estimación de la población del parásito.
4. Estimación de la población del enemigo natural.
5. Comprar correctamente a los enemigos naturales.
6. Supervisar correctamente la eficacia de estos enemigos.

Para la identificación del parásito puede realizarse un pequeño muestreo de estas especies y mandarlo a un laboratorio entomológico, si no se tiene perfectamente identificado por métodos directos.

Si la población de parásito es demasiado alta, los enemigos naturales no actúan con tanta rapidez que si fuese una población baja.

Una vez producida una plaga en la cosecha, se introduce el enemigo natural para que impida el desarrollo de la población del parásito y no produzca elevados daños.

Manejo de los enemigos naturales

Los enemigos naturales son insectos, ácaros diminutos, por lo cual su manejo es muy delicado. Deben ser guardados en condiciones relativamente frescas, con una temperatura ambiente y luz solar directa. Durante el transporte de estos depredadores, se les suministra unas cantidades de alimentos para mantenerles.

En cuanto a la cantidad de enemigos naturales que debe de liberarse, se hace en función de la cantidad de plantas infectadas.

Dependiendo de las condiciones meteorológicas así se va a ver influenciada la acción de estos enemigos naturales. Después de su liberación si la temperatura es alta durante el medio del día su actividad es más eficaz llegando a despejar la zona de parásitos donde han sido liberados, pero si la temperatura tiende a subir más de la adecuada pueden incluso llegar a morir. También puede afectar a la supervivencia las lluvias. Por ello, se debe tener mucho en cuenta las condiciones climáticas a la hora de liberar estos enemigos naturales. Unas condiciones óptimas se ven influenciadas por la incidencia de luz, dependiendo de esta los enemigos naturales serán más o menos activos.

Estos depredadores tienen más actividad cuando existe una cantidad masiva de parásitos en la zona a tratar, anima a los primeros a multiplicarse con más rapidez y a permanecer más tiempo en el área de liberación. Las plantas con presencia de sustancias con látex o néctar es otra de sus preferencias para prolongar su tiempo de liberación.

2. Las plagas más comunes y sus enemigos naturales

2.1 La mosca blanca y su depredador.

Características de la mosca blanca.

La mosca blanca responde al nombre científico de *Trialeurodes vaporariorum* y también al nombre de *Bemisa tabaci*. Se le denomina



mosca blanca por su presencia de dos alas y su aspecto blanco, no supera los 2mm de longitud. Las alas le sirven para desplazarse de una planta a otra con relativa facilidad.

Durante el invierno se encuentra de forma fija en el envés de las hojas.

Son atraídas por el color amarillo y verde claro. Se nutre de hojas y de las partes jóvenes de las plantas.

Reproducción.

La reproducción se realiza por huevos, que pone en el envés de las hojas, en una cantidad aproximada de 180 a 200, de color blanco-amarillento y de tamaño muy diminuto. A simple vista se ve como una pequeña cantidad de polvo blanco. Desde que se ponen los huevos hasta el nacimiento del individuo transcurre un tiempo de 20 a 24 horas. Se pasa por cuatro estadios larvarios desde el huevo al adulto del individuo:

- Primer estadio: La larva tiene un tamaño de 0.25 mm. Esta larva clava su aparato bucal en los tejidos de las plantas para nutrirse de ellos.
- Segundo estadio: La larva ya alcanza un tamaño aproximado de 0.4 mm y ya se puede apreciar la aparición de patas.
- Tercer estadio: Cuando la larva tiene un tamaño de 0.5 mm y es de aspecto transparente.
- Cuarto estadio: Aparecen órganos como los ojos y empieza a aumentar en grosor y tamaño.

Tras estos cuatro estadios larvarios la mosca blanca hecha a volar de inmediato. La duración es de un mes en estado larvario. Para el desarrollo total de la misma es necesario unas condiciones adecuadas. La mosca blanca está provista de un órgano bucal chupador con una prolongación punzante que ocasiona diversos daños en la plantación porque sustrae la savia de las plantas y desarrolla la fumagina.

Daños.

Los cultivos que se ven más afectados por este insecto son: las plantas del tomate, pimiento, pepino, judía, tabaco. Los daños que se ocasionan comienzan cuando la mosca se instala en el envés de la hoja hospedante y tanto en estado adulto como larvario, comienzan a nutrirse de ella y deteriorando el crecimiento de la misma. Debido a su facilidad para desplazarse de una planta a otra, e introducir su aparato bucal, llega a transmitir enfermedades víricas e incluso por su excremento, que forma una lámina pegajosa y produce el desarrollo de hongos, se esta ensayando con triascolcerá con el objeto de eliminar las sustancias céricas.

Depredador de la mosca blanca.



El parasitoide más utilizado es la mosca *Encarsia formosa*, es de muy pequeño tamaño, a penas alcanza 1 mm de tamaño.

Características: es de color negro excepto el abdomen que es amarillento, dos alas transparentes, antenas. Se alimenta de larvas de mosca blanca y de la sustancia pegajosa y dulzona que deja en el envés de las hojas.

Este parásito dispone de un aguijón que lo introduce en el interior de la larva y deposita su huevo. Transcurrido unos 15 días nacerá en vez de una mosca blanca, una parasitaria que migrará hacia

las zonas donde se localicen otras larvas para parasitar de nuevo.

Encarsia requiere unas condiciones de temperatura de 25 a 27°C y una humedad relativa de 50 al 60%, con incidencia de luz, para llevar una actividad parasitaria más activa. Estos parásitos suelen venderse en cartulinas pegados pero en forma de larvas. Dependiendo de la densidad de mosca blanca que invada el cultivo, como la densidad de éste, así se necesitará más o menos cantidad de parásito depredador. Las primeras semanas suelen aplicarse en mayor número, unos 10 parásitos/m².

Después de haber soltado las larvas parasitarias, transcurrido unos días se debe controlar si ya se han producido las primeras invasiones de la mosca Encarsia. ¿ cómo se comprueba?. Se debe de observar las larvas de que color se tornan, si son oscuras ya han sido parasitadas por Encarsia formosa.

Otros depredadores de mosca blanca:

- Eretmocerus californicus
- Macrolophus caliginosus
- Paecilomyces fumososeus

2.2 El trips y su depredador.

Características del trips.



El trips es un insecto de pequeño tamaño de 0.8 a 3 mm que en estado adulto tiene forma alargada y adopta diferentes colores, como tonos marrones o grisáceos oscuros. Posee dos alas y dos antenas. Existen muchísimas variedades de trips dependiendo a los cultivos que ataque así tenemos:

- Thrips simplex: Ataca a las plantas ornamentales.
- Kakothrips pisovourus: Invade a legumionosas.
- Thrips palmi: Atacan a las cucurbitáceas, ornamentales, cítricos.
- Frankliniella occidentalis: Causa importantes daños a consecuencia de transmitir virus de unas plantas a otras.
- Thrips tabaci: Tiene un tamaño de 1 mm y es de color verde amarillento en estado joven y en adulto pardo amarillento.

Los trips son pequeños, pero son una de las plagas más importantes.

Reproducción.

El trips se reproduce por huevos y la cantidad de éstos depende de cada especie. La temperatura óptima va entre 20 a 25°C para la reproducción de este insecto.

El trips pasa por seis estadios hasta su estado adulto.

Esos **seis estadios** son:

- huevo.
- primer estadio larvario.
- segundo estadio larvario.
- proninfa.
- ninfa.
- adulto.

El estadio de huevo transcurre en la planta y también los dos estadios larvarios y en estado adulto, estos dos últimos, en estado larvario y adulto es cuando causan numerosos daños en las plantas, ya que se alimentan de ellas. En estado de proninfa y ninfa se desarrolla fuera de la planta, en el suelo o cerca de él, en estado de pupa, pero se dan ocasiones que también se desarrollen en la planta.

Daños.

En estadio larvario y adulto es cuando se producen los daños en las plantaciones. Se alimentan de ellas extrayendo el jugo celular y sobre las hojas, flores y frutos alimentándose de la capa externa celular, ocasionándoles necrosis y termina por morir la planta. Los trips succionan las células de las capas superficiales y cuando estas quedan vacías se llenan de aire, dando el aspecto gris plateado con algunas puntuaciones negras (excrementos del trips).

En definitiva estos insectos atacan todas las partes de la planta, tallos, hojas, etc. que las deforman y disminuyen su crecimiento. También los trips son unos buenos transmisores de virus, entre estos virus los más conocidos son el bronceado del tomate "TSWV". En ornamentales el daño se acentúa en la flor, por deformación y decoloración

Depredador del trips.



Se utilizan dos ácaros depredadores del trips que son: *Neoseiulus barkeri* y *Amblyseius cucumeris*. Se nutren de las larvas de trips. Estos dos tipos de depredadores son de muy pequeño tamaño y color claro que se oscurece al hacerse más adultos, con unas largas patas delanteras.



Para combatir al parásito de trips con estos dos tipos de depredadores, se debe de detectar el parásito a tiempo. Si se observa tallos y hojas, frutos, flores deformes o con manchas color plateados, se ponen unas cartulinas color azul, para que el trips quede adherido a ella, ya que es atraído por este color, de esta forma se comprueba su presencia en el cultivo.

Inmediatamente, se introducen los ácaros depredadores, que vienen envasados en una botella de plástico con harina de salvado para que se alimenten durante su transporte. Se espolvoreará con la botella por encima de las plantas.

Se necesita una temperatura de 18 a 20°C y una humedad relativa del 60 a 65%, para que estos enemigos naturales tengan su máxima actividad depredadora.

Se recomienda hacer una observación a las dos semanas aproximadas de haber dado suelta a los ácaros depredadores para ver el resultado del método.

Otros depredadores del trips:

- Amblyseius degenerans.
- Amblyseius cucumeris.
- Orius laevigatus.
- Orius majusculus.
- Orius insidiosus.
- Amblyseius: Existen diversos cultivos, en los que se puede soltar este depredador de trips. Gracias a Amblyseius degenerans se puede contar con un buen aliado para la lucha biológica del trips.

- Orius: Se trata de una chinche depredadora muy voraz contra el trips. Su ataque también lo lleva a cabo cuando el trips está en estado adulto. Puede eliminar la población de trips en poco tiempo. Orius majusculus es otra especie norte-europea de Orius que se alimenta más de la savia de la planta y de otros insectos.

2.3 La araña roja.

Características.



Responde al nombre científico de Tetranychus cinnabarinus y T. urticae las arañas de dos puntos. La araña roja es un ácaro con cuatro patas, un abdomen y cabeza. Su tamaño es de 0.5 mm aproximadamente y tiene una característica peculiar en cuanto a su color, es verde claro con dos manchas negras en los meses de verano y naranja sin manchas en los meses de otoño e invierno. En definitiva, en sus distintas fases de desarrollo presenta distinto colorido como blanquecino, amarillento, rojo-pardo y verdoso, dependiendo también del árbol o planta que se hospede o de la época del año.

Reproducción.

Para su reproducción se deben alcanzar unas condiciones climáticas favorables de 40 a 55 % de humedad relativa y buena incidencia de luz. Se reproduce por huevos. Los huevos son de forma oval y de color amarillento o rojizo, que se encuentran en el envés de la hoja. Una vez nacida la araña, que ya posee seis patas, pasa por tres estados hasta llegar al de adulto.

Larva.

- Protoninfa: solo presentan dos pares de patas.
- Deutoninfa: en esta fase se diferencia ya el carácter sexual de la araña, hembra o macho.

Si la temperatura es elevada y el ambiente seco, la multiplicación de la araña roja se incrementa cada vez más.

Daños.

Es el parásito que más diversidad de hospedaje llega a tener. Se adapta a casi todo tipo de plantas. En climas templados se encuentra en cultivos como judía, pepino, etc.

Listado de cultivos que afecta: Manzano, algodón, cítricos, cucurbitáceas, fresa, plantas ornamentales, flores amarillas, etc.

La araña roja se instala en el envés de la hoja alimentándose del jugo celular de la capa superficial de la misma (chupa la savia de la planta).

Aparecen de inmediato unas manchas claras sobre el haz y envés de la hoja que definitivamente hacen que la hoja se torne completamente amarilla, excepto los nervios, se seque y muera. Estos daños son irreversibles.

La araña roja es muy resistente y por consiguiente difícil de combatir, debido a que existe tres hembras por macho originando una elevada producción. Son resistentes mutan con facilidad de una generación a otra.

Depredador de la araña roja



El depredador de la araña es un ácaro llamado Phytoseiulus persimilis. Tiene un tamaño similar al de la araña roja, tiene velocidad en sus movimientos para desplazarse rápidamente y al igual que la araña roja adopta diferentes coloridos, dependiendo de la época del año y del color de la planta en la que esté hospedada.

Necesita una temperatura de 22 a 25°C y una humedad relativa de 80% para que este depredador actúe con facilidad. Temperaturas superiores a 33°C, las soporta también, pero la temperaturas por debajo de los 15°C puede llegar a la muerte del ácaro.

Tiene una duración de vida aproximadamente de cuatro a cinco semanas.

Phytoseiulus, ácaro depredador, debe aplicarse cuando se tenga una cierta identificación del tipo de araña roja que afecte a la plantación a tratar. Para efectuar este diagnóstico se realiza unas observaciones de forma visual sobre el envés de la hoja y si se aprecian unos puntitos de color blanco-amarillo, existe invasión de araña roja.

Se debe aplicar una cantidad de ácaros depredadores de 5 por m², pero en otras ocasiones se eleva la cantidad dependiendo del cultivo que se tenga y de la masiva de araña roja, llegando a 18 ácaros por m².

El reparto se hace de forma uniforme por toda la plantación del invernadero. Si el ácaro se recibe en botella de plástico con harina de salvado se agita para mezclar bien y luego se espolvorea por cada cuatro plantas y así sucesivamente.

Después de la suelta de los ácaros se debe realizar unas observaciones con lupa en las plantas tratadas, pero en el envés de las hojas, y si ha bajado la población de araña roja, el método ha resultado. Si ocurre lo contrario habría que adoptar otras medidas más rápidas.

Otro depredador de la araña roja:

Amblyseius californicus.

- Trips de seis patas.

2.4 El pulgón.

Características.

Existen varios tipos de áfidos que afectan a las plantas de cultivo:



Pulgón amarillo de la caña de azúcar: *Sipha flava*.

Pulgón negro de los cítricos: *Toxoptera aurantii*.

Pulgón del maíz: *Rhopalosiphum maidis*.

Pulgón del haba: *Aphis fabae*.

Pulgón del algodón: *Pentalonia nigronervosa*.

Pulgón verde: *Myzus persicae*.

También se le denomina vulgarmente "piojo". El pulgón verde ataca a mucha diversidad de especies botánicas. Las hembras son de color verde. Su longitud está comprendida entre 1.5 a 2 mm. Esta especie puede dar origen a pulgones alados. Las colonias de pulgones, se instalan en el envés de las hojas, siendo ahí su punto de ataque, produciendo diferentes daños en el limbo de las hojas.

El pulgón tiene diferente color negro, amarillo, verde, con un tamaño de 1 a 3 mm. Sus patas son largas y finas, dos antenas y tiene forma de pera. Vive en el envés de las hojas y en tallos. Llega incluso a desarrollar un par de alas que le sirve para desplazarse de una planta a

otra. El pulgón vive de forma masiva formando grandes colonias. Los pulgones poseen un aparato bucal del cual se prolonga un filamento largo que le sirve para introducirlo en el interior de las células de las hojas de la planta.

Reproducción.

Existe dos formas diferentes de reproducción en los pulgones:

- Por huevos:

- De forma asexual: Las hembras que no han sido previamente fecundadas paren pequeños pulgones con forma de adulto.

Los pulgones tiene una capacidad elevada de producción y en periodos muy cortos de tiempo las plantas están invadidas por ellos. Permanecen en la planta en la que nacen y tras varias generaciones crean unas alas que le sirven para migrar de unas plantas a otras. A veces estas migraciones se producen por unas inadecuadas condiciones climáticas para estos individuos.

La reproducción tiene sus épocas, las hembras fecundadas suelen poner sus huevos donde pasarán todo el invierno hasta llegar la primavera para nacer.

Daños.

Atacan a un gran número de plantas, judía, pepino, cereales, plantas ornamentales, etc. Con su aparato bucal extraen el jugo celular de la planta. Tienen una forma peculiar en la forma de alimentarse, lo hacen de tal forma que, no se aprecian daños visibles en la planta, ya que no rasgan las células, sino que la taladran con su filamento bucal. Con el tiempo aparecen los **síntomas en las plantas**, son:

- Deformación de hojas. Se amarillean, arrugan, secan.

- Transmiten enfermedades víricas debido a sus desplazamientos de unas plantas a otras.

- Producción de hongos. Porque aparecen sobre la superficie foliar una capa pegajosa que crea el pulgón y facilita la aparición de los hongos

Depredador de los pulgones.



En la lucha contra el pulgón se ha empleado como enemigo natural a Cecidomyia que responde al nombre científico de Aphidoletes aphidimyza. Da muy buenos resultados, llegando a dejar las plantaciones limpias de pulgón.

Cecidomyia se caracteriza por la presencia de dos alas translúcidas, dos patas y dos antenas. Su tamaño es aproximadamente 2 mm. Se alimentan de otros pulgones y de la capa pegajosa que dejan estos en las plantas.

Este insecto en estado larvario se alimenta de pulgón de forma que

cuando el pulgón pasa cerca de la larva ésta le inyecta una toxina que le paraliza para luego extraerle todo su contenido interior.

Este depredador requiere una temperatura óptima de 20 a 25° C, con incidencia de luz. Se aplica en una cantidad de 2 por m² en un principio de ataque, que se irá prolongando si la densidad de pulgón es más elevada. Las *Cecidomyia* viene preparada en una especie de turba mezclada.

Otro depredador del pulgón es el *Chrysopa carnea*. Este depredador en estado adulto, su cuerpo es color verde, de forma alargada, dos



antenas muy largas y dos ojos grandes color oro. Posee dos alas transparentes de largo tamaño. Se alimenta de néctar y de la capa gelatinosa que deja los pulgones, pero durante la noche, ya que durante el día este depredador permanece inactivo oculto entre las hojas de la planta. En invierno hay menos horas de luz y *Chrysopa* permanece en parada invernal, transformando su cuerpo de color y aspecto diferente. Después de la hibernación, *Chrysopa* vuelve a recuperar su aspecto natural y vuelve a ser activo por las noches, alimentándose de pulgones.

En estado larvario *Chrysopa* tiene un aspecto muy diferente al de adulto. Su cuerpo es de color marrón a verde oscuro y recubierto de vellosidades. Tiene el aparato bucal provisto de unas enormes pinzas, con las que ataca a su presa, para posteriormente extraerle el jugo interior de su cuerpo. Esta larva es muy voraz e incluso acaba devorando los huevos de su misma especie.

Chrysopa es un depredador polífago contra el pulgón y su aplicación para control biológico de plagas de pulgón es de la siguiente forma:

- Se debe detectar primeramente la existencia de pulgón, en las plantaciones. Basta con mirar debajo de las hojas y sobre los nuevos brotes. *Chrysopa* se recibe en forma de huevos sobre cartulina, unos 100 huevos en cada una, y se colocan sobre las plantas afectadas. También se reciben como larvas mezcladas con cáscara de arroz, en este caso se aplica espolvoreando sobre las plantas.

Se observa en un tiempo aproximado de un par de semanas el efecto de estos depredadores sobre el pulgón. Se elimina casi la totalidad de pulgón o por lo menos se reduce su población en elevado porcentaje.

Otros depredadores del pulgón:

- *Aphidius colemani*.
- *Aphidius ervi*.
- *Aphelinus abdominalis*.

2.5 Orugas.

Características.



Existen varias especies de orugas, entre ellas se encuentran:

Spodoptera exigua.
Spodoptera littoralis.
Autographa gamma.
Chrysodeixis chalcites.
Helicoverpa armigera.



Las orugas pertenecen a la familia de los lepidópteros. Existen más de 10.000

especies distintas. Sufren una metamorfosis, ya que su aspecto de oruga indica su estado más joven de desarrollo. En estado adulto es una mariposa o polilla.

La mayoría de las especies de orugas tienen las mismas características en cuanto a su desarrollo reproductivo y en cuanto al daño producido en las plantas u árboles. Reproductivo, huevo que eclosiona y después aparece la oruga y daños, agujeros en las hojas, flores, frutos, tallos jóvenes y tiernos.

Se hará una descripción detallada sobre la oruga de la especie *Spodoptera exigua*, también conocida como "rosquilla verde". Esta especie es muy conocida cada vez más por sus daños que se incrementan cada vez tanto en los cultivos en invernadero como al aire libre.

Las hembras suelen poner sus huevos en el envés de las hojas, por la parte baja de la misma, cerca del suelo. Al abrirse el huevo sale la larva de él y comienza sus primeros ataques al cultivo. La larva suele tener una vida de 12 a 28 días. Al alcanzar el pleno desarrollo, la larva se desplaza hacia el suelo y fabrica su galerías en el terreno, quedando en estado de pupa de la cual saldrá de ella el adulto ya formado. En estado de pupa la rosquilla verde, permanece unos 10 a 18 días.

Atacan a diversas plantaciones. En invernadero produce daños en los cultivos de pimiento, sandía, melón. Y otros cultivos dañados son el tabaco, la patata, la col, el tomate.

Daños.

Los daños son provocados, sobre todo, por las larvas que se alimentan de hojas y frutos. Ocasionan agujeros en la superficie de éstas y mordeduras. Pueden originar la podredumbre del fruto y la hoja. Los daños son elevados.

Depredadores de las orugas.

Encontramos varios tipos de depredadores de las orugas:

- *Bacillus thuringiensis*.
- *Trichogramma* spp.
- *Chrysoperla* spp.

2.6 Minador de hoja.

Características.



Se conoce con el nombre científico de *Phyllocnistis citrella*, se trata de un lepidóptero

Clase: Insecto.

Orden: Diptera.

Familia: Gracillariidae.

Género y especie: *Phyllocnistis citrella*.

El minador de hoja es un insecto que vive en el interior de ésta realizando una serie de galerías, que acaba destruyendo la hoja por completo. También efectúa minas en el interior de tallos de brotes nuevos. Ataca a las plantaciones de cítricos. A consecuencia de estos ataques facilita la entrada de la bacteria causante de la canchrosis de los cítricos.

Reproducción.

Su ciclo biológico consta de **siete estadios**:

- huevo.
- Primer estadio larvario.
- Segundo estadio larvario.
- Tercer estadio larvario.
- Prepupa.
- Pupa.
- Adulto.

Los huevos de este tipo de minador de hoja son pequeños de un diámetro aproximado de 1 mm, son de color transparente (cristalino) que con el tiempo pasa a un color cremoso, forma ovoide. La incubación dura aproximadamente de 3 a 10 días.

La larva sale al eclosionar el huevo, no posee patas, pero se mueve por los movimientos que va realizando con el tórax, tiene una mandíbula con una cuchilla. Tiene un tamaño de 3mm y es de color amarillento. Los estadios larvarios son tres y tiene una duración aproximada de unos 8 a 10 días.

En estado de prepupa la larva teje una especie de cámara pupal (capullo sedoso) que es de color amarillo.

Después de la fase de prepupa está la fase de pupa, que es de color amarillo también pero más parduzca. Posee dos ojos y unos ganchos en la parte superior de la cabeza que sirve para romper el capullo sedoso y

salir de él, impulsándose mediante convulsiones con su propio cuerpo.

En estado adulto es una mariposa pequeña de 2 a 4 mm de tamaño de color blanco platino y sedosa, con ojos compuestos, antenas largas y aparato bucal chupador sus alas son plumosas con dos manchitas negras en su parte dorsal. La mariposa hembra suele de mayor tamaño que la mariposa macho. Ponen sus huevos en hojas jóvenes y tiernas sobre el envés y haz de la hoja y también en los tallos. El número de huevos que una hembra puede poner a lo largo de su vida es de 36 y 76. Su ciclo tiene una duración aproximada de unos 15 a 20 días, cuando existen unas condiciones climáticas adecuadas de 25°C de temperatura, humedad relativa de 40 a 60%.

Daños.

Los daños son producidos por las larvas que se alimentan de los tejidos de las hojas jóvenes y tiernas excavando galerías dentro de ellas, y dejando solo por encima la cutícula de la hoja. La hoja acaba destruyéndose, curvándose y la cutícula acaba ennegreciéndose. Aunque las hojas queden destruidas por estos minadores la cosecha no se ve tan afectada. Si las condiciones climáticas son buenas (altas temperaturas) el minador incrementa más su actividad destructora en las hojas. La acción del minador de hoja provoca una elevada pérdida de masa foliar, reduciendo la capacidad fotosintética del árbol lo que produce la pérdida de vigor de éste.

Otro minador de hoja muy importante es *Liriomyza* sp, con diversas variedades encontradas de él como:

- *Liriomyza trifolii*.
- *Liriomyza sativae*.
- *Liriomyza huidobrensis*.

-Pertenece a la familia Agromyzidae, es un insecto y su enemigo natural es *Diglyphus isaea*, *Liriomyza* sp afecta en gran medida a las hojas de lechuga más que a otro cultivo

Depredador del minador de hoja.



Para el minador de hoja *Phyllocnistis citrella*, se ha detectado un enemigo natural, autóctono llamado *Ageniaspis citricola*, pero este enemigo natural no está muy bien adaptado a las zonas mediterráneas y si a las tropicales y subtropicales. Ataca a los huevos y larvas pequeñas del minador de hoja y su éxito se debe a:

- Es específico (ataca solamente al minador de hoja).

- Velocidad reproductiva (cada hembra produce 160 a 180 huevos).
- Se dispersan con una alta velocidad (40 km. en 2 a 3 meses).

Hoy en día utiliza para combatir al minador de hoja el manejo integrado, en el cual se va combinando el control químico y el biológico. El control biológico no es suficiente para lograr un control satisfactorio.